

UNIVERSIDAD DE SONORA

**DIVISION DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**Biblioteca Depto.
de Geologia**



**ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO DEL DISTRITO AUROARGENTIFERO
CAMPANILLAS, MUNICIPIO DE ELOTA, ESTADO DE SINALOA**



EL SABER DE MIS HIJOS
PARA MI GRANDEZA

**BIBLIOTECA
DE CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
G E O L O G O

PRESENTA
LEONCIO NEVAREZ DEL CASTILLO

HERMOSILLO, SON.

MAYO DE 1994

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

UNIVERSIDAD DE SONORA

Hermosillo, Sonora.

Tel. 13 64 35, 17 31 81

Ext. 109 y 111

Fax 13 58 68



DIVISION DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Departamento de Geología

1994: Año Internacional de la Familia

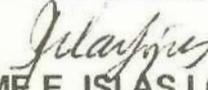
NOMBRE DE LA TESIS:

"ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DEL DISTRITO
AUROARGENTIFERO CAMPANILLA, MUNICIPIO
DE ELOTA, ESTADO DE SINALOA"

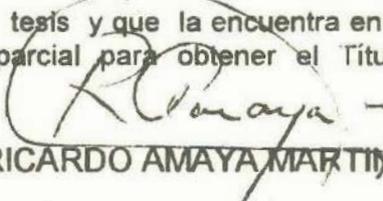
NOMBRE DEL SUSTENTANTE:

LEONCIO NEVAREZ DEL CASTILLO

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.


ING. JAIME E. ISLAS LOPEZ

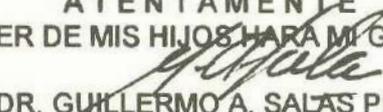
El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.


ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.


GEOL. OSCAR MONTIJO CONTRERAS

ATENTAMENTE
"EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA"


DR. GUILLERMO A. SALAS PIZA
Jefe de Departamento

GASP*ag



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA

BIBLIOTECA
DE CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES

Biblioteca Depto.
de Geología

**DEDICO ESTA TESIS CON AMOR Y
RESPECTO A MI ESPOSA E HIJO:
MARGARITA ALDANA HERNANDEZ Y
DAVID NEVAREZ ALDANA**

**Biblioteca Depto.
de Geología**

**CON CARIÑO Y ADMIRACION
A MIS HEMANOS.**



**EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA**

**BIBLIOTECA
DE CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES**

A LA MEMORIA DE MI PADRE

**AGRADEZCO A LAS AUTORIDADES
DEL CONSEJO DE RECURSOS
MINERALES POR LAS
FACILIDADES OTORGADAS PARA
LA REALIZACION DEL PRESENTE
TRABAJO.**

**Biblioteca Depto.
de Geología**

**ESPECIALMENTE SE LES
AGRADECE A LOS INGENIEROS
MARCO A. BUSTAMANTE Y HECTOR
A. ALBA I. POR SU GRAN APOYO Y
ESTIMULO PARA MI DESARROLLO
PROFESIONAL.**

**AGRADEZCO A LOS
COMPAÑEROS: INGS. JUVENAL
GARCIA G. Y R. CARLOS BON A.
POR SU VALIOSA
COLABORACION
DESINTERESADA EN LA
ORIENTACION Y ASESORIA.**

**ASIMISMO AGRADEZCO A LA ING.
MARGARITA ALDANA H. Y AL SR.
ALBERTO CAMACHO A. POR SU
PARTICIPACION EN LA REDACCION
Y ELABORACION DE PLANOS.**

CONTENIDO

PÁGINA

RESUMEN

I	ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA MINERÍA	1
II	INTRODUCCIÓN	3
	II. 1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO	3
	II. 2.- MÉTODO DE TRABAJO	3
	II. 3.- LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE COMUNICACIÓN	4
	II. 4.- INFRAESTRUCTURA	5
	II. 5.- CLIMA, FLORA Y FAUNA	5
	II. 6.- POBLACIÓN Y CULTURA	7
	II. 7.- PROPIEDAD MINERA	8
III	GEOLOGÍA	9
	III. 1.- GEOLOGÍA REGIONAL	9
	1. A).- FISIOGRAFÍA	9
	1. B).- GEOMORFOLOGÍA	10
	1. C).- HIDROGRAFÍA	11
	1. D).- ESTRATIGRAFÍA	12
	1. E).- ESTRUCTURAL	15
	1. F).- MARCO TECTÓNICO	15
	1. G).- GEOLOGÍA HISTÓRICA	17
	III. 2.- GEOLOGÍA LOCAL	18
	III. 3.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL	19
IV	YACIMIENTOS MINERALES	21
	IV. 1.- MINERAL ZAMORA	21
	1. A).- ROCA ENCAJONANTE Y ESTRUCTURAS MINERALIZADAS	21
	1. B).- FORMA Y DIMENSIONES	22
	1. C).- MINERALOGÍA Y ALTERACIONES	22
	1. D).- OBRAS MINERAS Y MUESTREO	23
	1. E).- CALCULO DE RESERVAS	

Biblioteca Depto.
de Geología



EL SABER DE MIS HIJOS
PARA MI GRANDEZA

BIBLIOTECA²⁷
DE CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES

IV. 2.- MINA LA FRANCA	28
2. A).- ROCA ENCAJONANTE Y ESTRUCTURAS MINERALIZADAS	28
2. B).- FORMA Y DIMENSIONES	28
2. C).- MINERALOGÍA Y ALTERACIONES	29
2. D).- OBRAS MINERAS Y MUESTREO	29
2. E).- CALCULO DE RESERVAS	34
IV. 3.- MINA CAMPANILLAS	35
3. A).- ROCA ENCAJONANTE Y ESTRUCTURAS MINERALIZADAS	35
3. B).- FORMA Y DIMENSIONES	36
3. C).- MINERALOGÍA Y ALTERACIONES	36
3. D).- OBRAS MINERAS Y MUESTREO	36
IV. 4.- PROSPECTOS DE MENOR IMPORTANCIA ALEDAÑOS	
AL MINERAL ZAMORA	39
4. A).- POZO GATUÑO	39
4. B).- POZO LA MARIPOSA	39
4. C).- POZOS TRINCON	40
4. D).- LA COYOTA	40
4. E).- EL PERIHUETE	41
4. F).- LAS AGUAMITAS	41
4. G).- ROSA MARÍA	41
4. H).- LAS JUNTAS	42
IV. 5.- PROSPECTOS DE MENOR IMPORTANCIA ALEDAÑOS AL ÁREA DE	
LAS MINAS LA FRANCA Y CAMPANILLAS	42
5. A).- EL TRIUNFO	42
5. B).- LAS JARILLAS	43
5. C).- EL NAZARENO	44
V MODELO GENÉTICO DE LOS YACIMIENTOS	45
VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47

Biblioteca Depto.
de Geología



BIBLIOTECA
DE CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES

EL SABER DE MIS HIJOS
PARA MI GRANDEZA

RELACIÓN DE PLANOS Y FIGURAS

LAMINA		ENTRE PÁGINAS
No.		
1	LOCALIZACION Y ACCESO DEL DISTRITO CAMPANILLAS, MUNICIPIO DE ELOTA, ESTADO. DE SINALOA.	4 - 5
2	PLANO CLIMATOLÓGICO DEL ESTADO DE SINALOA.	5 - 6
3	PLANO FISIAGRÁFICO DEL ESTADO DE SINALOA.	9 - 10
4	PLANO GEOLÓGICO REGIONAL DEL ÁREA CAMPANILLAS	12 - 13
5	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA REGIONAL ESQUEMATIZADA DEL AREA CAMPANILLAS	12 - 13
6	GEOCRONOMETRÍA DEL BATOLITO GRANÍTICO DE SINALOA.	14 - 15
7	FALLAMIENTO REGIONAL Y ZONAS DE GRABENS. AREA MAZATLAN-CAMPANILLAS	15 - 16
8	ESQUEMAS DEL MARCO TECTÓNICO REGIONAL (Fig. 1 a 3).	16 - 17
9	ESQUEMAS DEL MARCO TECTÓNICO REGIONAL (Fig. 4 a 6).	16 - 17
10	COLUMNA LITOLÓGICA GENERALIZADA PARA EL ESTADO DE SINALOA.	17 - 18
11	PLANO GEOLÓGICO DEL ÁREA CAMPANILLAS	18 - 19
12	SECCIONES GEOLÓGICAS ESQUEMATIZADAS DEL ÁREA CAMPANILLAS.	18 - 19
13	PLANO ESTRUCTURAL DEL ÁREA CAMPANILLAS	19 - 20
14	PLANO GEOLÓGICO ESTRUCTURAL DEL MINERAL DE ZAMORA. DISTRITO CAMPANILLAS	(APÉNDICE)
15	PLANO GEOLÓGICO MINERO DEL FUNDO MINERAL DE ZAMORA, DISTRITO CAMPANILLAS.	(APÉNDICE)
16	PLANO DE SECCIONES DEL MINERAL DE ZAMORA. DISTRITO CAMPANILLAS.	(APÉNDICE)
17	CALCULO DE RESERVAS SOBRE LA VETA ZAMORA, EN EL CLAVO LOS OLOTES.	27 - 28
18	PLANO GEOLÓGICO-MINERO. DEL FUNDO MINERO LA FRANCA, DISTRITO CAMPANILLAS	(APÉNDICE)

Biblioteca Depto.
de Geología

19	PROGRAMA DE EXPLORACIÓN Y CALCULO DE RESERVAS, MINA LA FRANCA.	34 - 35
20	PLANO GEOLÓGICO-MINERO DEL FUNDO CAMPANILLAS.	(APÉNDICE)
21	PROSPECTO EL TRIUNFO.	42 - 43
22	PROSPECTO LAS JARILLAS.	43 - 44
23	MODELO GENÉTICO DE LOS YACIMIENTOS DEL DISTRITO CAMPANILLAS.	45 -46

**Biblioteca Depto.
de Geología**



RESUMEN

La mayor parte de la superficie del área se encuentra cubierta por rocas volcánicas del Terciario. Destacan las rocas del Terciario inferior representadas por una brecha tobácea de carácter andesítico, siendo éstas las que contienen a las estructuras minerales de todos los prospectos visitados.

Esta brecha tobácea constituye la roca más antigua de la región y estructuralmente se ubica en un horst semicircular, delimitado por el curvilineamiento **Campanillas** en imágenes de satélite. Este horst fue originado por las intrusiones dómicas posteriores a la tectónica que da origen a sierras y valles.

Se considera que la veta de las minas Campanillas y La Franca pueden corresponder con la misma estructura y por lo mismo, estar asociada con el curvilineamiento **Campanillas**. Esta misma consideración pudiera ser válida para la estructura del prospecto El Triunfo. El resto de los prospectos pertenecen a estructuras secundarias incluídas en el curvilineamiento, asociadas también a la misma génesis del yacimiento.

En el área existen tres minas importantes: Zamora, La Franca y Campanillas:

La mina **Zamora** presenta importante desarrollo minero en varios niveles, con 4 estructuras mineralizadas; 3 aproximadamente paralelas con un rumbo NE 35° SW y una cuarta con un rumbo N-S, que corta a éstas anteriores, formando ricos clavos en su intersección. Se calcularon 1,836 ton. de reservas positivas, 5,148 ton. de reservas probables y 8,160 ton. de reservas posibles. Las reservas positivas presentan una ley promedio de 11.9 gr/ton de oro y 1,149 gr/ton de plata, (Flores, 1982). Los valores de cobre, plomo y zinc no son significativos en todo el distrito Campanillas. En trabajos mineros posteriores deben de haber sido explotadas por lo menos las reservas positivas, pero no se cuenta con información actualizada.

La mina **La Franca** cuenta con tres niveles de explotación; pero sólo uno de ellos, el principal, se encuentra bien desarrollado. Presenta una estructura principal con un rumbo aproximado E-W con echado de 75° al S. Se calcularon 7,560 ton. probables y 16,875 ton. posibles; una ley estimada

promedio de 250 gr/ton de plata y 1 gr/ton. de oro.

La mina **Campanillas** presenta importante desarrollo minero en varios niveles, en donde se observan dos vetas principales A y B. La veta "A" es de mayor importancia y presenta un rumbo variable de NE-SW con echados de 52° a 71° al SE. No se realizaron cálculos de reservas en esta mina debido al limitado muestreo y falta de recursos, por lo que sólo se estudiaron sus posibilidades. La veta B se observa desplazando a la veta A y se encuentra asociada a clavos de explotación, en ésta se han desarrollado pequeñas frentes de exploración, pero no se han obtenido resultados económicos, por lo que no se considera de gran interés.

Se reconocieron 8 prospectos cercanos al Mineral de Zamora y 3 prospectos en los alrededores del área de las minas La Franca y Campanillas.

La mineralización observada en la mayoría de las minas y prospectos, presentan características similares, por lo que se interpreta que su origen se relaciona con un evento hidrotermal mediante el cual se han generado yacimientos minerales de tipo mesotermal.

**Biblioteca Depto.
de Geología**

I.- ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA MINERIA

Como es bien sabido la minería en México se ha desarrollado históricamente a través de cinco siglos, actividad que se incrementó notablemente con la llegada de los españoles en 1492, los cuales mejoraron seguramente la técnica de extracción y beneficio utilizada por los indígenas del México antiguo.

No se tienen antecedentes exactos de los primeros desarrollos mineros de la región, ya que la población indígena existente en esa época era más bien nómada y por lo tanto dada a satisfacer las necesidades más prioritarias como la alimentación y el vestido, siendo hasta 1560 cuando se tienen las primeras referencias de la explotación de algunas de las vetas de oro y plata en las zonas de Pánuco y Copala, que dieron como consecuencia inmediata la fundación, en el año de 1565, de la Villa San Sebastian Chametla hoy Concordia y posteriormente en 1655 el Real de Rosario. En los siguientes dos siglos se presenta un lento desarrollo que resurge nuevamente en 1727 en el distrito minero El Rosario, extendiéndose ampliamente como resultado del establecimiento en 1769 de una caja Real de Minas en Alamos, Sonora, para el cobro de los derechos y suministros de azogue.

De igual manera se tiene referencia de los siguientes eventos de la minería:

En 1800 se descubre el mineral de Guadalupe de los Reyes cerca del poblado de Cosalá, se explotan numerosas bonanzas hasta los años cuarentas del presente siglo.

En 1828 se descubre la primera veta en el distrito de San José de Gracia, persistiendo su explotación hasta 1945.

En el año de 1846 se funda una casa de moneda con sede en Culiacán, la que funciona hasta el año de 1905, cuando fue cerrada por decreto presidencial junto con otras nueve casas de moneda distribuidas en todo el país.

El año de 1882 Frederick G. Weidner (citado en la monografía de Sinaloa del C.R.M.), elabora una carta geográfica del Estado de Sinaloa en la cual da referencia de 81 localidades mineras sin jerarquizar su importancia; pero como testimonio existen numerosas ruinas de haciendas de beneficio que operaban distribuidas en todo el Estado a fines del siglo pasado.

A partir de 1940 existe una disminución gradual en el desarrollo minero hasta suspenderse casi totalmente en el año de 1972.

Continúa inmediatamente después el ascenso paulatino hasta nuestros días.

En el siglo XIX, en 1882, en el mapa minero de Weidner no figura el mineral de Zamora, pero si figura en el mapa de 1891 realizado por Mariano Martínez de Castro, siendo presidente Don Porfirio Díaz. Esto significa que el mineral Zamora empezó a trabajar en

grande aproximadamente en 1884.

No se sabe el nombre de la compañía que trabajó el mineral Zamora, pero se conoce que sus oficinas principales estaban en San Francisco, California, porque Edith S. Dorsey lo menciona en su manuscrito de sus crónicas de Zamora, mismo que sirve de material básico del libro "Luz de Luna". Se sabe también por la misma fuente que hubo una compañía muy antigua dedicada a la compra y refinación de metales, que tuvo sucursal en Mazatlán y su matriz en San Francisco, Calif., U.S.A., llamada The Selby Smelting and Lead Co., que si bien no era la dueña de la mina si tuvieron negociaciones importantes, cuyos registros deben existir en sus archivos, pues ésta compañía aún existe, y tenía negocios en U.S.A., Alaska, México y Centro América.

Se calcula que la mina Campanillas empezó a trabajar tiempo después que el mineral Zamora y posteriormente la mina La Franca.

**Biblioteca Depto.
de Geología**

II.-INTRODUCCIÓN

El presente trabajo nace a partir de una visita de reconocimiento realizada a la mina La Franca, informe que en su momento se reportó al concesionario. Para integrar el trabajo de tesis se extendió el estudio al distrito minero "Campanillas", incluyendo al mineral Zamora, mina Campanillas y prospectos aledaños.

Gracias a la valiosa intervención y apoyo de los Ings. Marco A. Bustamante y Héctor A. Alba I. jefes de la Subgerencia y la Residencia Sinaloa del C.R.M. respectivamente, fue posible la realización de los trabajos de campo y facilidades para la redacción y elaboración de esta tesis.

Para el apoyo de este trabajo, se realizaron los análisis químicos de muestreo en el laboratorio Físico-Químico del C.R.M. en Hermosillo, Son., a cargo del Q.I. Francisco Grijalva.

Los análisis petrográficos y minerográficos, fueron realizados en el laboratorio de petrografía del C.R.M. en Culiacán, Sin., por el Ing. Carlos O. Harper B.

II.1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO.

-Enmarcar en un contexto geológico regional el área de estudio, estableciendo las condiciones que le han dado origen.

-Realizar un análisis geológico minero, para determinar la importancia y potencial económico del distrito minero auroargentífero "Campanillas". Detallando este análisis en las minas Zamora, La Franca y Campanillas, sin dejar de atender los prospectos aledaños.

-Bosquejar un modelo genético de los yacimientos minerales del distrito minero Campanillas.

II. 2.- MÉTODO DE TRABAJO

El método que se siguió para alcanzar los objetivos fijados, fue el siguiente:

-Investigación bibliográfica del área y artículos técnicos sobre yacimientos minerales.

-Interpretación de fotografías aéreas escala 1:60 000 , lo cual fue de valiosa ayuda, tanto en campo para ubicación, como en gabinete para ajuste de contactos geológicos e interpretación de rasgos estructurales que posteriormente se verificarían en campo, para así tener un criterio geológico más amplio de la región.

-Apoyo en la interpretación de imágenes de satélite para establecer una comparación geológico-estructural del área con relación a todo el Estado.

-Muestreo selectivo de las distintas unidades litoestratigráficas y levantamiento de datos estructurales y microestructurales de las unidades presentes.

-Elaboración de perfiles topográficos, interpretación de secciones geológicas y construcción de columnas estratigráficas que permiten representar las relaciones estructurales y/o estratigráficas entre las diferentes unidades del área.

-Levantamiento de obras subterráneas con brújula y cinta, así como obras superficiales mediante poligonales de liga, generalmente a escala 1:500.

-Se realizó geología de detalle en cada uno de los prospectos visitados.

-Se realizaron muestreos representativos y de orientación en las distintas estructuras visitadas.

-Análisis físico-químico de muestras minerales obtenidas en canal de las estructuras mineralizadas y en terreros.

-Cálculo de reservas en las minas La Franca y Zamora.

-Vaciado de la información geológica y estructural obtenida, a escala 1:60,000, con drenaje y toponimia obtenida de fotografías aéreas.

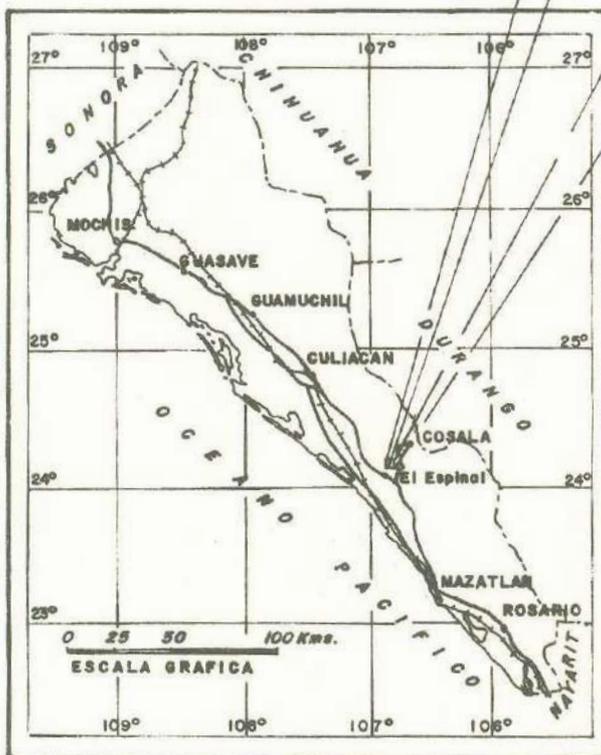
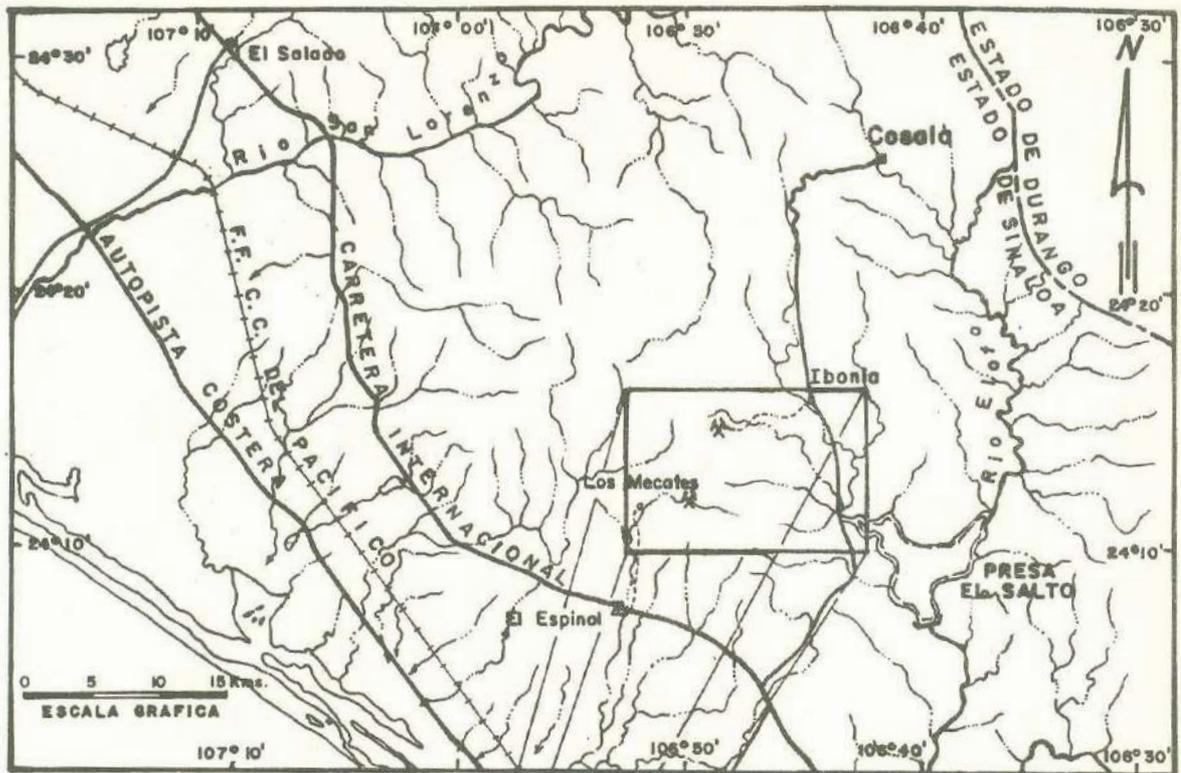
-Redacción de Tesis.

**Biblioteca Depto.
de Geología**

II. 3.- LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.

El área de estudio se localiza dentro de los terrenos del Municipio de Elota, Estado de Sinaloa; específicamente queda limitado por los paralelos 24°08'00" y 24°17'00" de Latitud Norte, y los meridianos 106°43'30" y 106°54'00" de Longitud Oeste, conformando una superficie rectangular de 18X15 km. alargada de oriente a poniente, y que comprende parte de las cartas topográficas de INEGI: COSALA G13C74 Y CONITACA G13C84 (Escala 1:50,000) (Lám. No.1).

El acceso se realiza a partir de Culiacán, Sin., Capital del Estado a través de la Carretera Internacional No.15 que comunica al puerto de Mazatlán, recorriendo aproximadamente 80 km. hasta el poblado El Espinal en donde entronca una brecha de terracería que conduce al mineral Zamora, recorriéndose aproximadamente 15 km. y pasando por los poblados de Lavaderos, Apacha y Los Mecates. Otro acceso se puede efectuar a partir de la carretera estatal que conduce a Cosalá, y tras un recorrido de aproximadamente 24 km. se llega al rancho de Ibonía, en donde se continúa a través de una brecha de



UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

LOCALIZACION Y ACCESO
DEL DISTRITO CAMPANILLAS
MUNICIPIO DE ELOTA, SINALOA

LEONCIO NEVAREZ MAYO DE 1994	TESIS PROFESIONAL	LAMINA Nº 1
---------------------------------	----------------------	-------------

terracería que nos lleva a la porción norte del área estudiada, pasando por la rancharía Rincón de Ibonía y las minas La Franca y Campanillas.

Estos caminos son transitables únicamente en épocas de seca y con vehículos de rodada alta.

II.4.- INFRAESTRUCTURA.

Generalmente los caminos para vehículos dentro del área son escasos, pues sólo cuenta con dos brechas en malas condiciones; una que se dirige al mineral Zamora y la otra que conduce a las minas La Franca y Campanillas cuyo acceso sólo es posible en época de estiaje; pero cuenta con la ventaja de que a escasos 2 km. al este del área se encuentra la carretera pavimentada que comunica al norte y a unos 25 km. con Cosalá, y al sur 5 km. con la carretera Internacional, la cual corre paralelamente a la parte sur del área. (Lám. No. 1).

El poblado más inmediato que cuenta con todos los servicios esenciales es el poblado El Espinal, el cual se ubica a unos 5 km. al sur del área. Este poblado cuenta con servicios de correo, teléfono y electricidad. El otro poblado de importancia es Cosalá, el cual dispone también de los servicios antes mencionados y que es además un centro minero de importancia, pues cuenta con una planta de beneficio particular y mano de obra calificada para la minería.

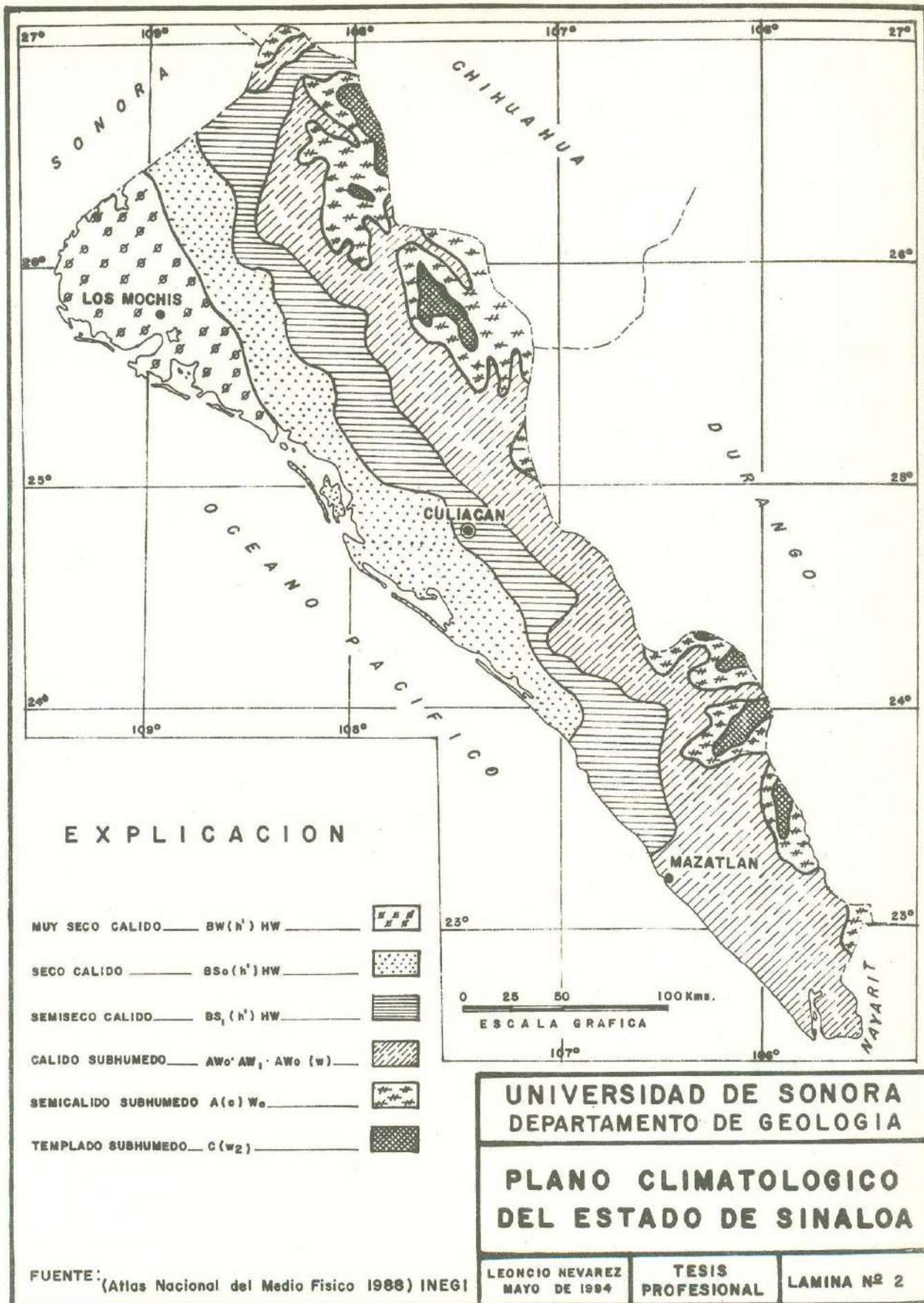
II.5.- CLIMA, FLORA Y FAUNA.

**Biblioteca Depto.
de Geología**

El clima es de tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano, con un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2%. Pertenece al subgrupo de climas cálidos donde la temperatura media anual es de 28°C, y la temperatura media en los meses mas fríos es de 18°C, Carta del INEGI de climas según Köpen, modificada por Gracia. La estación meteorologica más cercana al área se ubica en Conitaca en la esquina SE del área, además existen otras 4 estaciones dispersas como a 30 km. a la redonda, lo que nos permite delimitar las franjas climatológicas, (Lam. No. 2).

La precipitación pluvial anual varía de 800 a 1000 mm., con una precipitación menor a 60 mm. en el mes más seco, el déficit medio anual de agua es de 600 a 700 mm.; lo cual se interpreta teóricamente como el líquido que requiere ésta zona para mantenerse húmeda homoganeamente para alimentar una vegetación de 1 m. de altura.

En el área se tiene un periodo de cuatro meses de mayor humedad, desde el mes



de Julio hasta Octubre, con 1 o 2 meses con suelo impregnado de humedad para el desarrollo de la vegetación o cultivos temporales.

Presenta dos tipos de suelo: en la parte noroeste del aérea un tipo "Regosol lítico"; que se caracteriza principalmente por componerse de partículas de la roca in-situ que le da origen, por lo que casi no presenta transporte. En el resto del área, hacia el suroeste se presenta el suelo de tipo "Litosol", que son suelos sin espesor con escasos 10 cm. de profundidad con moderada erosión, dependiendo de la topografía del terreno.

-FLORA.

Las características descritas anteriormente del clima, precipitación, humedad del suelo, etc., permite desarrollar una vegetación clasificada como de SELVA BAJA CADUCIFOLIA, donde los árboles pueden alcanzar más de 15 m. de altura y la mayoría de los individuos que la forman tiran las hojas en la temporada otoñal que es muy prolongada (de 6 a 8 meses), existiendo una gran variedad de vegetación debido a los cambios locales de suelo, condiciones de humedad y altitud. Así por ejemplo en las partes bajas y valles se desarrollan áreas de cultivo de maíz de temporal y se observan zacates naturales, en las variedades de: zacate liebre (*Cathastecum erectum*), grama (*Boutelova rothockii*), aceitilla (*B. Arestidoides*), zacate cepillo (*B. Gracilis*), zacate temprano (*Setaria macrostchya*), zacatón (*Sporobolus wrightii*), zacatón alcalina (*S. Airoides*). cactáceas como: biznagas (*Mamillopsis*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*), pitahayo (*Lameireocerus Sp.*), uña de gato (*Acacia gregii*), candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*), matorrales espinosos y arbustos de 2 a 6 m. de altura, tales como: huizache (*Acacia tannesiana*), mezquite (*Prosopis Juliflora*), guayacan (*Guaicaum coulteri*), palo blanco (*Ipomoca arborecens*), manto (*Lysiloma divericata*), pochote (*Ceiba acuminata*), guamuchil (*Phitecollobium dulce*), nanche (*Byrsonima crassifolia*) y huanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*), entre otros.

Biblioteca Depto. de Geología

-FAUNA.

Son tres los tipos en que se divide la fauna silvestre típica de la región, los animales que son aprovechables en carne, piel u otros productos, los animales depredadores los cuales causan daños a los animales domésticos y los animales venenosos.

Entre los animales aprovechables se tiene el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pecari o jabalí (*Pecari tejacu*), mapache (*Procyon lotor*), liebre (*Lepus Sp.*). Entre

las aves se puede mencionar a la familia Phacianidae, como las codornices (*Callipepla squamata*, *Lophontix sp.*, *Cytonix montezumae*), o la familia columbidae como la huilota (*Zenaidura macroura*), paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*) y numerosas especies de patos.

Entre los depredadores se presentan coyotes (*Canis latrans*), zorra (*Urocyon cinereargenteous*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), gato montes (*Lynx rufus*) y el puma (*Felis concolor*), entre otros.

Entre los animales venenosos se presentan numerosos géneros y especies de arácnidos *Scorpionida*, abeja (*Apis malifica*) y abundantes serpientes (varias especies del género *crótalus*).

II. 6.- POBLACIÓN Y CULTURA

El Estado de Sinaloa tiene una población de 2,000,000 habitantes; el centro urbano, político y financiero es Culiacán, ciudad capital del Estado, que cuenta con abundantes casas comerciales, instituciones bancarias, hoteles, centros industriales y toda clase de vías de comunicación.

El área de estudio queda enclavada principalmente en el municipio de Elota, una pequeña parte en el municipio de Cosalá y otra en Culiacán.

Los asentamientos humanos dentro de esta área consisten en rancherías con una población máxima de 350 habitantes, y en donde ocasionalmente existen escuelas de educación primaria. Los principales centros de población cercanas al área referida son: El Espinal, Sindicatura de Elota y Cosalá, quien cuenta con escuela primaria, secundaria y preparatoria. La educación superior se encuentra concentrada en la Cd. de Culiacán, en instituciones como: la Universidad Autónoma de Sinaloa y el Instituto Tecnológico de Culiacán.

Existen algunos grupos indígenas dispersos en el Estado; tales como los Cahitas en Bacorehuis y Sibirijoa; los Mayos en el municipio de Guasave y los Tarahumaras al norte de Sinaloa, mismos que conservan sus tradiciones en la actualidad.

La actividad en el Estado es eminentemente agrícola y pesquero, aunque en algunos lugares destacan la ganadería y localmente la actividad minera, tal es el caso del distrito minero de Cosalá, cercano al área de estudio. Es importante mencionar la actividad turística que se desarrolla en el Estado, entre los que destacan: playas, bahías, puertos, balnearios, presas, ríos, sitios de atractivo colonial, entre otros.

II.7.- PROPIEDAD MINERA.

Haciendo una investigación de la situación legal en el área de estudio, se detectaron vigentes los siguientes lotes mineros:

Lote "Mineral Zamora", con Expediente Número 3488, con expedición de título de concesión minera en septiembre de 1987, el concesionario es el Sr. Juan Torres Orozco y socios, amparando 100 Has; por las substancias de oro, plata y cobre.

Lote "Ampliación de la Mina Zamora", en el Expediente Número 5072. Obtiene su título de explotación el 8 de noviembre de 1990. El concesionario es el Sr. Ignacio Echavarría Rojo y socio, amparando 50 Has. por las substancias de oro, plata, cobre y tungsteno.

Lote "La Franca" con Expediente 3129. En el oficio de octubre de 1988 se entrega informe de comprobación de obras de trabajos de explotación. El concesionario es el Sr. Ernesto Martos Hintze, ampara 12 has. por las substancias de oro, plata, plomo, cobre, zinc y cadmio.

Se investigaron además los siguientes lotes, los cuales tambien se encuentran dentro del distrito Campanillas, pero en libertad o en trámite de libertad:

"El Triunfo", Exp. 3844, en oficio de octubre de 1991 se publica su libertad.

"Campanillas Tres". Exp. 6997, con expediente de explotación número 321.1-2/208, en oficio del 17 de octubre de 1992, el concesionario Jaime Guinea González desiste de la concesión minera de explotación, por lo que su libertad se encuentra en trámite.

"San Francisco". Exp. 6036. En oficio del 20 de julio de 1993 se cancela la concesión minera de exploración y se publica libre.

"El Sol". Exp. 6204, en oficio de julio de 1984 se publica libertad de terreno.

"Nuestra Sra. del Rosario". En febrero de 1974 se publica libertad de terreno.

**Biblioteca Depto.
de Geología**

III GEOLOGÍA

Este capítulo se subdivide en tres subcapítulos; donde se estudian por separado la Geología Regional, Geología Local y Geología Estructural.

El subcapítulo de Geología Regional es el más extenso ya que enmarca el área desde diversos puntos de vista regionales, tanto descriptivos como históricos. Los otros dos subcapítulos abordan las características geológicas y estructurales de manera local o específica para el área.

III. I.- GEOLOGÍA REGIONAL

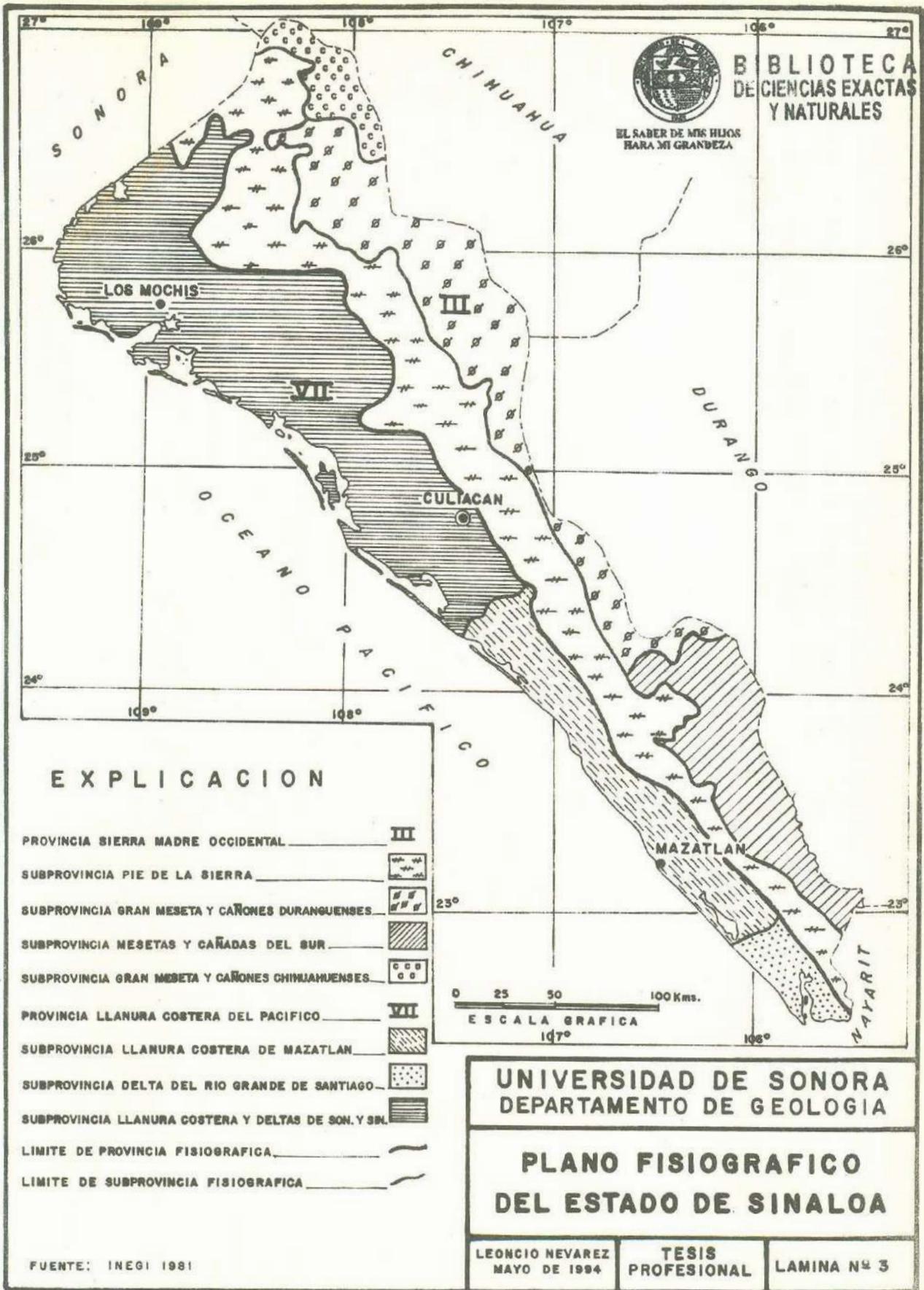
I. A).- FISIOGRAFÍA.

En 1959 Erwin Raisz realiza una clasificación para las provincias fisiográficas de la República Mexicana en la que el área de estudio queda comprendida dentro de la Provincia Fisiográfica denominada Sierras Sepultadas. Esta provincia se caracteriza por profundos cañones y cortos valles en la parte más elevada, que se desprende desde las altas mesetas riolíticas y a medida que se aproxima hacia la planicie costera se suaviza paulatinamente la topografía, como resultado de el mayor efecto de la erosión e intemperismo, observándose poco a poco los valles de mayor amplitud hasta quedar los cuerpos rocosos totalmente sepultados.

En esta provincia se distinguen dos subprovincias: la de Sierras de Pie de Monte y la Planicie Costera, ubicándose la mayor parte del área dentro de la margen oeste de la Sierra de Pie de Monte.

INEGI (1981), realiza una clasificación fisiográfica a mayor detalle de toda la República Mexicana, (Lam No. 3), quedando el Estado de Sinaloa dividido en 9 regiones geomorfológicamente distintas; Primeramente dividida en dos grandes grupos denominados Provincia de la Sierra Madre Occidental (III) y la Provincia de la Llanura Costera del Pacífico (VII), mismas que a la vez se subdividen en Subprovincias, de la siguiente manera:

1.- PROVINCIA DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL (III). Con 4 subprovincias: Pie de la Sierra, Gran Meseta y Cañones Duranguenses, Mesetas y Cañones del Sur, y Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses.



2.- PROVINCIA LLANURA COSTERA DEL PACIFICO (VII), Con 3 subprovincias: Llanura Costera de Mazatlán, Deltas de Sonora y Sinaloa y Delta del Rio Grande de Santiago.

El área de estudio queda ubicada en las primeras estribaciones de la Sierra Madre Occidental, con elevaciones de 200 hasta 1000 m.s.n.m., ubicándose las partes más elevadas al oriente del área, comprendida en la Subprovincia Pie de la Sierra.

I. B).- GEOMORFOLOGÍA

El tipo de roca que predomina en la región es principalmente de origen volcánico, por lo que es muy común observar mesetas pseudoestratificadas con ligeros basculamientos. En la parte oriental de la Sierra Madre Occidental, Las elevaciones oscilan entre 2000 y 2600 m.s.n.m., y al acercarse a la costa se presentan profundos cañones acompañados por grandes escarpes, producto de los ajustes tectónicos de la región, por lo que se podría clasificar dentro de la fase geomorfológica "Juvenil".

Por las características topográficas tan abruptas del terreno, al acercarnos a la costa, el tipo de drenaje se presenta generalmente como consecuente y resecuente hasta el pie de la sierra, continuando esta evolución hasta la costa donde el tipo de roca son de origen sedimentario del Paleozoico afectadas por metamorfismo, con una topografía suavizada y un drenaje de tipo dendrítico muy cerrado lo que manifiesta una etapa madura. En contraste a éste, junto a la costa se puede observar un estado totalmente joven, compuesto por coladas basálticas del Terciario Superior, donde se pueden identificar perfectamente las calderas y puntos de donde se originaron estas coladas.

Específicamente en el área existe una morfología sumamente irregular hacia el centro donde se ubican las brechas volcánicas del Terciario. Dispersos a los alrededores de esta roca central, principalmente al norte y al sur, se presentan burdas mesetas riolíticas en las partes más elevadas, con profundos cañones y bajadas de alta pendiente. Hacia el este y al oeste se suaviza la topografía gradualmente hasta terminar en zonas de valles.



**Biblioteca Depto.
de Geología**

I. C).- HIDROGRAFÍA

Sinaloa es un Estado que cuenta con abundante agua, ya que se encuentra drenada por 14 ríos principales (tabla inferior), que corren de este a oeste. Todos estos ríos nacen en el macizo de la Sierra Madre Occidental, ya que en ésta existe un gran parteaguas que separa las corrientes fluviales hacia el este, mismas que se caracterizan como cuencas cerradas, y las del oeste, que son a las que nos referimos, como cuencas exorreicas que desembocan en el Golfo de California. Todos estos ríos llevan importante caudal y son susceptibles para la construcción de presas. En la actualidad se han construido 9 presas que almacenan un total de 15,813 millones de m³., y se encuentran distribuidas en las dos terceras partes del norte del Estado. Cinco de estas presas se utilizan como centrales generadoras de electricidad.

De acuerdo a la carta hidrológica de aguas superficiales escala 1:1,000,000 editada por la Secretaría de Programación y Presupuesto S.P.P., el área queda ubicada en la región hidrológica RH-10, entre las Cuencas Hidrológicas A y B; la Cuenca Hidrológica A se refiere a la cuenca del Río Piaxtla, la cual se inicia en el Estado de Durango, a 20 km. del Río Santiago que fluye de sur a norte por una cuenca cerrada casi perpendicularmente a la del Río Piaxtla. La Cuenca B, se refiere a la cuenca del Río San Lorenzo, que nace 20 km. al oeste del pueblo Santiago Papasquiari, Durango, extendiéndose unos 200 km. longitudinales hasta la costa del Golfo. El caudal del Río Piaxtla se complementa con la confluencia del Río Habitas, que fluye a 12 km. de NNE a SSW, siendo el más cercano al área de estudio y el Río Verde. El río San Lorenzo nace de la confluencia de las quebradas Las Vueltas y Los Fresnos, tomando primero la denominación de Río Remedios y hasta la unión con la quebrada San Gregorio toma el nombre de Río San Lorenzo; este río es importante ya que presenta un escurrimiento anual promedio de 1,941 millones de m³, con un gasto mínimo de 1.82 m³/seg. y un gasto máximo observado en 1948 de 6.00 m³/seg.

El drenaje es generalmente consecuente a las formaciones rocosas, con las características típicas del drenaje en rocas volcánicas. Este presenta una gran pendiente ya que parte desde altitudes de 2600 m.s.n.m. con unos 200 km. de recorrido, lo que nos resulta una pendiente de 13 metros de desnivel por cada kilómetro lineal hacia el oeste. Al llegar las corrientes fluviales a la planicie costera, el drenaje desarrolla formas como meandros, zonas pantanosas y lagunas, para finalmente desembocar en el Golfo de California.

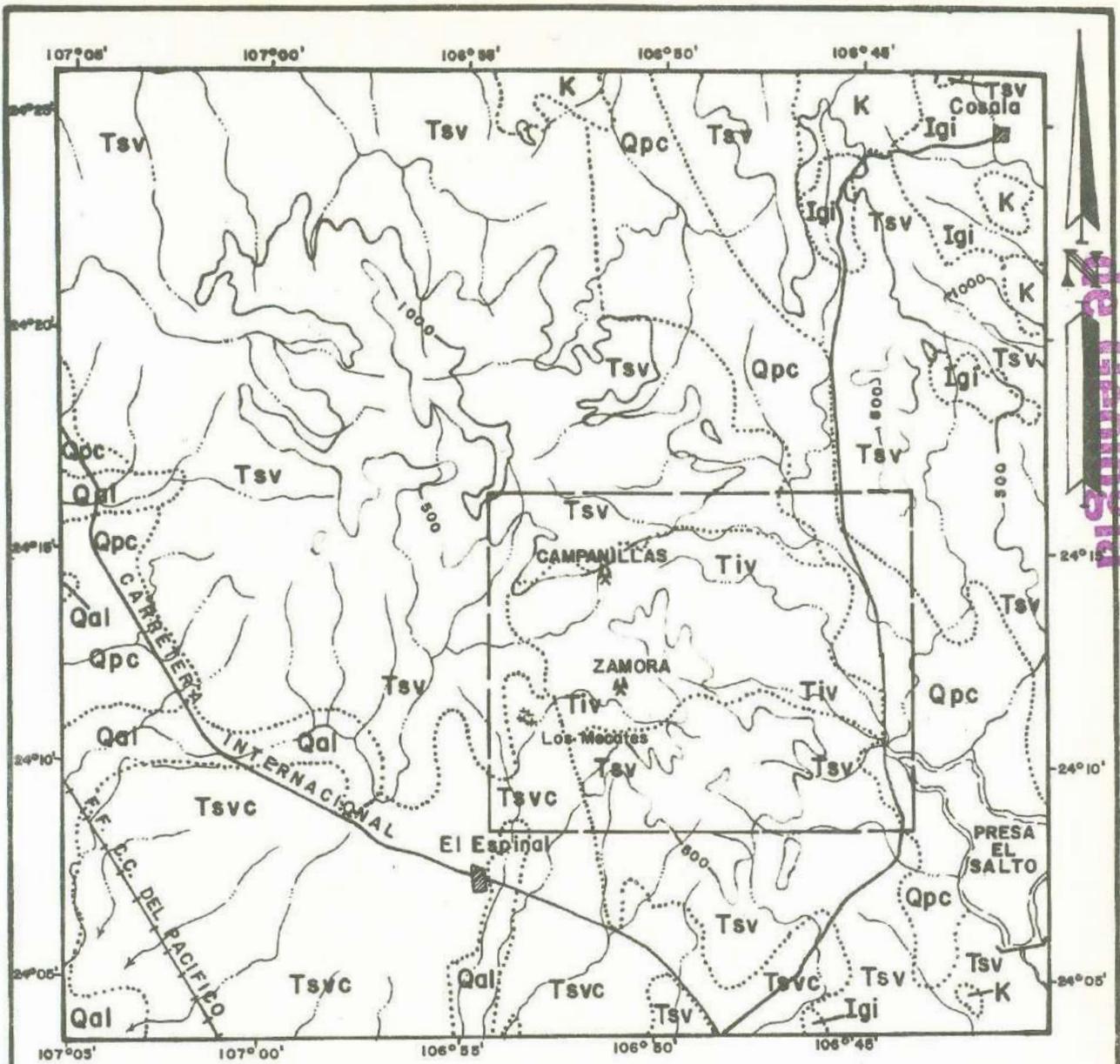
A continuación se enlistan los 14 ríos con sus respectivas presas y capacidad de almacenamiento:

RÍO	PRESA	USO	CAPACIDAD (MILLONES M3)
CUCAISAQUI	J. O. DE DOMÍNGUEZ	ALMACENADORA	3280
RÍO FUERTE	MIGUEL HIDALGO	GENERADORA	600
OCORONI	GMO. BLAKE	ALMACENADORA	2900
SINALOA	G. D. ORDAZ (BACURATO)	GENERADORA	487
MOCORITO- EVORA	EUSTAQUIO BUELNA	ALMACENADORA	343
HUMAYA	ADOLFO LÓPEZ MATEOS	GENERADORA	3150
TAMAZULA	SANALONA	GENERADORA	843
SAN LORENZO	JOSÉ L. PORTILLO	GENERADORA	3400
ELOTA	AURELIO BENASSINI	ALMACENADORA	810
QUELITE	SIN PRESA	---	---
PIAXTLA	SIN PRESA	---	---
PRESIDIO	SIN PRESA	---	---
PANUCO	SIN PRESA	---	---
BALUARTE	SIN PRESA	---	---

I. D).- ESTRATIGRAFÍA

Desde el punto de vista regional, el área exhibe un ambiente geológico muy variado cuyos rasgos estratigráficos oscilan desde el Cretácico hasta el Reciente.

Nuestro marco geológico regional se encuentra integrado por siete unidades, que ostentan las más variadas litologías, ya que incluyen tanto rocas sedimentarias como volcánicas e intrusivas. Cada una de estas unidades presentan características muy particulares que las hacen fácilmente identificables en el campo (Lám. 4, 5). Estas unidades se describen a continuación:



EXPLICACION

- | | | | |
|-------------|--|--|-----------------|
| Qal | DEPOSITOS ALUVIALES DEL PLEISTOCENO RECIENTE | | area de estudio |
| Qpc | PLEISTOCENO GLASTICO | | población |
| Tsv | TERCIARIO SUPERIOR VOLCANICO | | ranchería |
| TsvC | TERCIARIO SUPERIOR VOLCANOCLASTICO | | curvas de nivel |
| Tiv | TERCIARIO INFERIOR VOLCANICO | | arroyo |
| K | CRETACICO MARINO | | |
| Igi | ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS | | |
| | mina | | |
| | contacto geológico | | |
| | carretera pavimentada | | |
| | ferrocarril | | |



**UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**PLANO GEOLOGICO REGIONAL
DEL AREA CAMPANILLAS
MUNICIPIO DE ELOTA, SINALOA**

LEONCIO NEVAREZ
MAYO DE 1994

TESIS
PROFESIONAL

LAMINA Nº 4

Qal.- Depósitos del Pleistoceno-Reciente. Consisten en gravas, arenas y arcillas, depositadas en deltas o llanuras de inundación.

CRETÁCICO MARINO (K).- Estas rocas calcáreas afloran en forma aislada en los alrededores de Cosalá y en diferentes localidades dentro del Estado de Sinaloa. Generalmente sus relaciones estratigráficas son complejas, ya que nunca ha sido posible observar sus contactos originales de depósito. Morfológicamente constituyen las partes más altas de la topografía y en la mayoría de los casos están siendo intrucionadas por las rocas del Batolito Granítico de Sinaloa.

Estas rocas fueron estudiadas por primera vez cerca de la población de Pericos, en el Municipio de Badiraguato, en donde se les asignó una edad de Cretácico Inferior y están constituidas en la localidad tipo por metavolcánicas basales representadas por andesitas y comeanas de albita-epidota, (Bonneau, M. 1970), Subyacen a grauvacas y esquistos verdes bajo un conglomerado basal, sobre el cual se depositó la caliza, considerada como un bioherma de huitres (*Chondrodonta* Sp) y rudistas (*Sphaerucaprina* Sp y *Orthoptuchus* Sp) con celenterados y gasterópodos, que la ubican en el Albiano Superior - Cenomaniano.

TERCIARIO INFERIOR VOLCÁNICO (Tiv).- Desde el punto de vista geológico-minero, esta unidad reviste gran importancia, dado que las evidencias de mineralización o estructuras mineralizadas objeto de éste estudio, se encuentran aquí emplazadas.

Dicha unidad se considera la más antigua del sistema Terciario y se compone litológicamente de tobas, brechas y aglomerados andesíticos, riolíticos y basaltos, así como de ignimbritas y areniscas tobáceas que subyacen en discordancia angular a los depósitos volcánicos del Terciario superior, cubriéndose una superficie de aproximadamente 100 km² y sus mejores exposiciones se tienen en la zona minera de Zamora, Campanillas y La Franca.

TERCIARIO SUPERIOR VOLCANOCLÁSTICOS (Tsvc).- En un contexto regional aflora preferentemente en la porción suroccidental, en donde se encuentra constituido por rocas volcanoclásticas como tobas andesíticas, conglomerados y algunos lahares en el sur del Estado, fuera del área. Presentan una morfología típica caracterizada por bloques escarpados que originaron profundas barrancas por fallamiento y que los hace fácilmente reconocibles.

TERCIARIO SUPERIOR VOLCÁNICO (Tsv).- Esta unidad presenta una amplia distribución en el área de estudio, ya que conforma el mayor porcentaje de ésta. Se caracteriza por constituir las porciones más elevadas de la Sierra Madre Occidental.

Litológicamente se constituye de riolitas, tobas riolíticas e ignimbritas con aisladas intercalaciones de dacitas.

Se han efectuado algunas dataciones radiométricas en rocas de ésta unidad,

obteniéndose una edad promedio de 13 M.a. Su espesor se desconoce, a pesar de que se han efectuado secciones en donde el paquete presenta cientos de metros, sin lograrse definir sus límites estratigráficos.

PLEISTOCENO CLASTICO (Qpc).- En esta unidad se agrupan depósitos conglomeráticos de talud y abanicos aluviales, constituidos por fragmentos de rocas de composición variable.

Morfológicamente constituyen lomeríos de suave relieve, localizados en la línea de transición entre la planicie costera y las primeras estribaciones de la Sierra Madre Occidental.

Esta unidad cubre en discordancia a las unidades anteriores, y hacia el norte del Estado sobreyace a la Formación Maune.

CUATERNARIO PLEISTOCENO - RECIENTE (Qal).- Corresponde a depósitos aluviales, gravas, arenas y arcillas depositadas en deltas.

Hacia la costa constituyen llanuras de inundación, depósitos tipo bermas caracterizados por detritos costeros de naturaleza arenosa y origen marino, indicativo de antiguas líneas de costa progradante.

ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS (Igi).- Las rocas ígneas, que definen al Batolito Granítico de Sinaloa, han sido estudiadas por varios autores, entre los que destacan Paul Damon, en el período de 1973 a 1979.

Otro investigador que se ha dedicado al estudio del batolito ha sido Christopher Duval Henry, quien en 1975 efectuó numerosas dataciones.

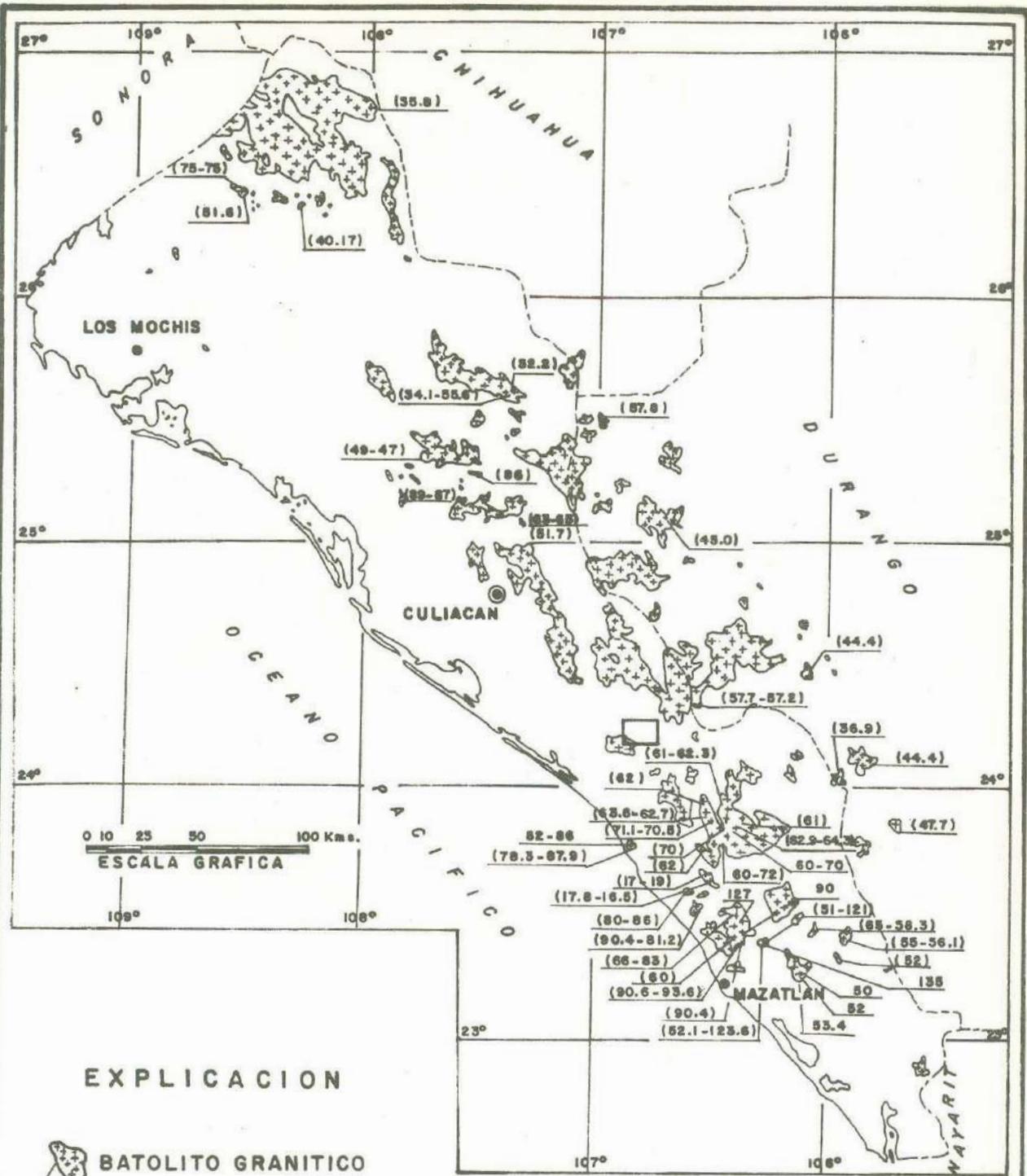
Ambos investigadores han efectuado un total de 83 estudios geocronológicos por el método K - Ar.

Los afloramientos de rocas ígneas en el Estado se encuentran amplia e irregularmente distribuidos, agrupándose preferentemente en tres regiones: al norte la región Choix; al centro la región Badiraguato y al sur, la región San Ignacio-Mazatlán. (Lám. No.6)

Estas tres regiones presentan sus características muy particulares en cuanto a composición y edad de emplazamiento; teniendo un gran interés los de la zona centro, pues es donde se encuentra ubicada el área de estudio.

Las rocas intrusivas presentes se localizan en los alrededores de Cosalá, Sin., en donde afectan a las rocas calcáreas cretácicas, formándose depósitos de metasomatismo de contacto.

La composición de las rocas intrusivas de la zona centro es comúnmente granodiorítica, con variaciones de cuarzomonzonitas a cuarzdioritas, aunque han sido



EXPLICACION

-  **BATOLITO GRANITICO**
-  **52.2 EDAD EN MILLONES DE AÑOS**
-  **AREA DE ESTUDIO**

FUENTE: PAUL DAMON (1973-1979)
DUVAL HENRY C. (1975)

**UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**GEOCRONOMETRIA DEL
BATOLITO GRANITICO
DE SINALOA**

LEONCIO NEVAREZ MAYO DE 1994	TESIS PROFESIONAL	LAMINA Nº 6
---------------------------------	----------------------	-------------

reportadas rocas de composición máfica y ultramáfica.

Las edades reportadas caen dentro de un rango que oscilan entre los 90.2 y los 49.0 M. a. en un número de 20 dataciones para ésta región, lo cual presenta cierta similitud con la región norte.

1. E).- ESTRUCTURAL

Mediante el análisis estructural de imágenes de satélite LANDSAT, (García G. J. 1988), define dos provincias fisiográficas perfectamente diferenciables por sus estructuras; la primera corresponde a la Sierra Madre Occidental y la segunda es la provincia estructural conocida como "Basin and Range" (Cuencas y Sierras).

La provincia estructural de la Sierra Madre Occidental se caracteriza por ser una planicie con escasos rasgos estructurales, debido a que se encuentra constituida por las rocas más recientes del Terciario Superior.

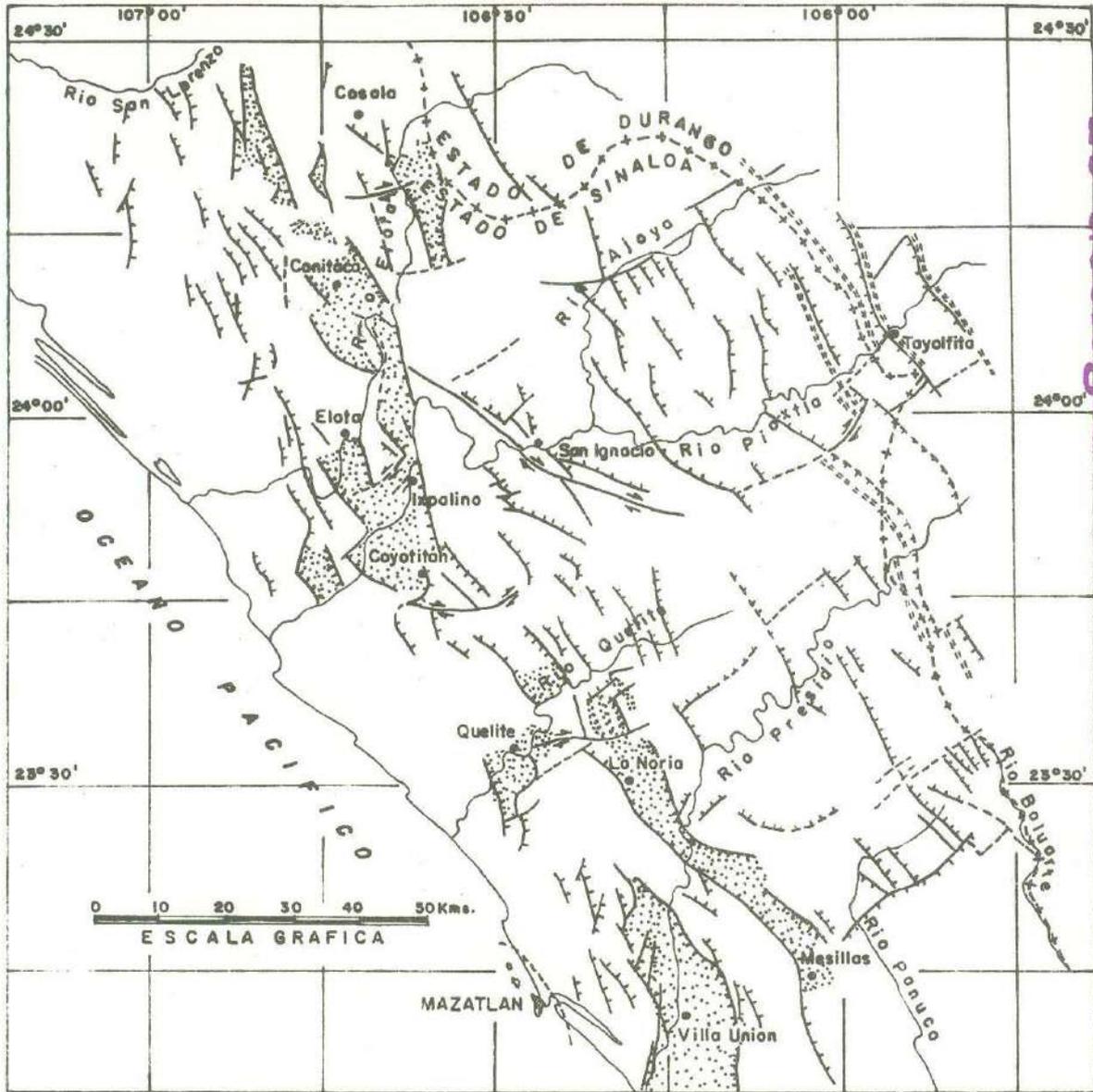
La provincia estructural "Basin and Range" coincide con la provincia fisiográfica de Sierras Sepultadas y se delimita con la Sierra Madre Occidental, se caracteriza por fallamiento cortical en bloques de tipo normal, no relacionado a intrusiones dómicas.

Relacionado con la apertura del Golfo de California, tenemos estructuras que se sobrepone a las provincias anteriores, por ser estas de una tectónica más reciente.

Otro evento importante formador de estructuras es la actividad magmática representada por lavas riolíticas y andesíticas, combinadas con intrusiones graníticas que al emplazarse produjeron deformaciones en la corteza, generando así estructuras circulares y semicirculares en la roca suprayacente, (del Eoceno al Mioceno Inferior). (Lám No. 7).

1. F).- MARCO TECTÓNICO

PRECAMBRICO. El basamento precámbrico está representado por el Complejo Sonobari. Aunque actualmente su origen es aún tema de controversia, se infiere que éste es producto de un arco magmático de un antiguo evento orogénico, (Clark 1973), quedando como vestigio un conjunto metamórfico constituido por anfibolitas, gneises y pegmatitas, intrusionadas por granodioritas y dioritas, las que ocasionaron aureolas de metamorfismo en la periferia de dichos cuerpos intrusivos. Esta secuencia fue afectada posteriormente por una generación de diques. Los eventos orogénicos acaecidos en el Precámbrico Tardío traen como consecuencia el levantamiento del área, manifestándose una discordancia erosiva que



EXPLICACION

-  Falla
-  Falla inferida
-  Falla normal
-  Falla de rumbo
-  Eje de simetria respecto al block
-  Graben

FUENTE: MODIFICADA DE GORAN FREDRIKSON (1974.)

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

FALLAMIENTO REGIONAL
Y ZONA DE GRABENS
AREA MAZATLAN-CAMPAÑILLAS

LEONCIO NEVAREZ
MAYO DE 1994

TESIS
PROFESIONAL

LAMINA Nº 7

separa el Eón Arqueozoico del Eón Fanerozoico.

La investigación de campo manifiesta que posteriormente, en el Paleozoico Temprano, la región de Sinaloa sufre un hundimiento ocasionando una transgresión marina, representada por sedimentos arenosos, pelíticos y calcáreos asociados a magmas y rocas ígneas intrusivas; asociación que sugieren un ambiente de cuenca de post-arco, en donde son comunes las interdigitaciones de sedimentos - fase volcánica.

La sedimentación paleozoica se ve interrumpida por efectos la Orogénia Jaliscoana. La cual levanta el área y la expone a los agentes erosivos, (Clark, 1973), culminando así la historia de la sedimentación. En la Lam. No. 8, se ilustra el Precámbrico y la sedimentación paleozoica.

MESOZOICO. Para el Jurásico Temprano se presenta un arco volcánico, el cual se extendía desde Chiapas hasta Nevada, por la interacción de la placa Kula bajo la placa Norteamericana.

En el Aptiano - Albiano se presenta una gran transgresión marina, generalizada para todo México durante el Cretácico. Esta sedimentación marina culmina en el Cretácico Tardío, al ser interrumpida por la deformación laramídica, durante la cual la secuencia sedimentaria fue plegada y erosionada, acompañada por volcanismo, ilustrada en la lámina No. 8.

CENOZOICO. La deformación Laramide ha sido el resultado de un proceso de subducción continua de la Placa Farallón bajo la Placa Norteamericana. Existen varias teorías para explicar la migración y regresión experimentada por el arco magmático asociada a la deformación. La teoría de mayor aceptación fundamenta que la composición e intensidad del magmatismo, tienen su origen en el grado de inclinación de la placa oceánica durante el proceso subductivo (Coney y Reynolds 1977; Keith 1978; Dickinson 1980; y Dewey 1982). El grado de inclinación de la placa oceánica, está controlada a su vez por la velocidad de la subducción. Por este motivo, el arco magmático migra hacia el oriente en el Oligoceno y regresó a la paleotrinchera en el Mioceno temprano. Se resume que el volcanismo durante la migración al oriente fue de composición andesítica, mientras que en su regreso a la paleotrinchera fue de composición félsica (ignimbrítica), (Fig. 3 y 4 de las Láminas No.8 y 9 respectivamente).

De esta manera es generado un patrón estructural, en el que inicialmente predomina un fallamiento inverso, seguido de una etapa de ajuste isostático con fallamiento vertical, asociados al cese subductivo. (Fig. No. 5 de la Lám. No. 9).

PALEOZOICO TEMPRANO-TARDIO

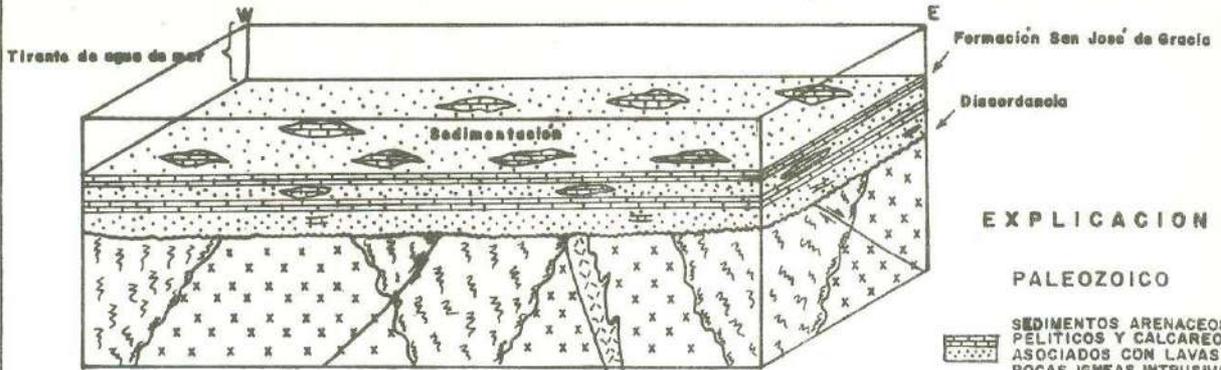


Fig. 1

EXPLICACION

PALEOZOICO

SEDIMENTOS ARENACEOS, PELITICOS Y CALCAREOS, ASOCIADOS CON LAVAS Y ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

LAVAS

PRECAMBRICO

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS PEGMATITAS, GRANODIORITAS Y DIORITAS

ANFIBOLITAS, GNEISES PEGMATITAS DE LA SIERRA DE SONOBARI

METAMORFISMO DE CONTACTO

DIQUES

CRETACICO TARDIO

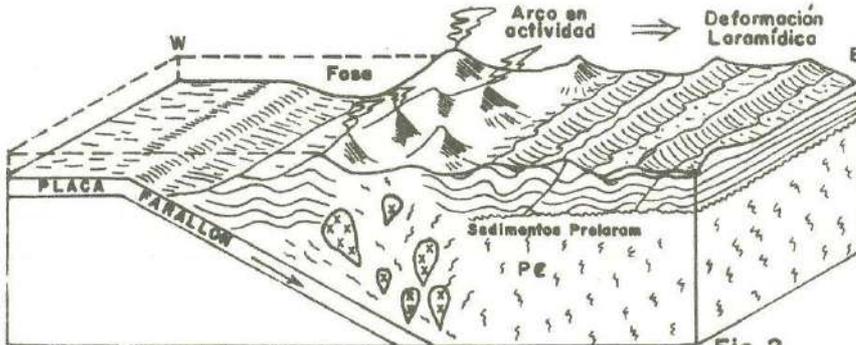


Fig. 2

Deformación e interrupción de la secuencia sedimentaria mesozoica por efectos de la Laramide. Principios de actividad volcánica.

OLIGOCENO

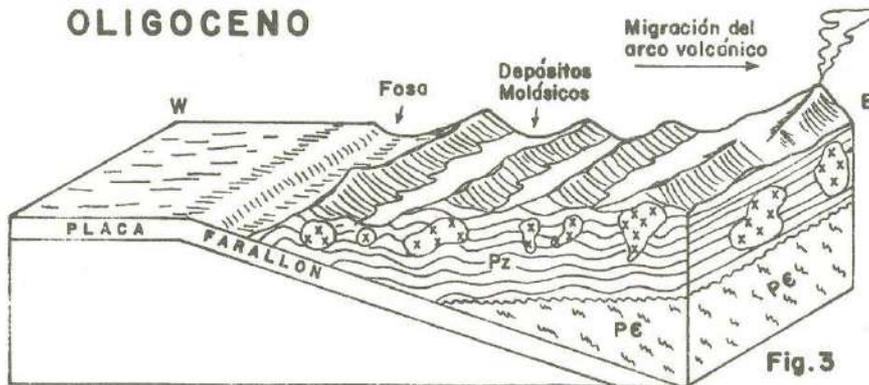


Fig. 3

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

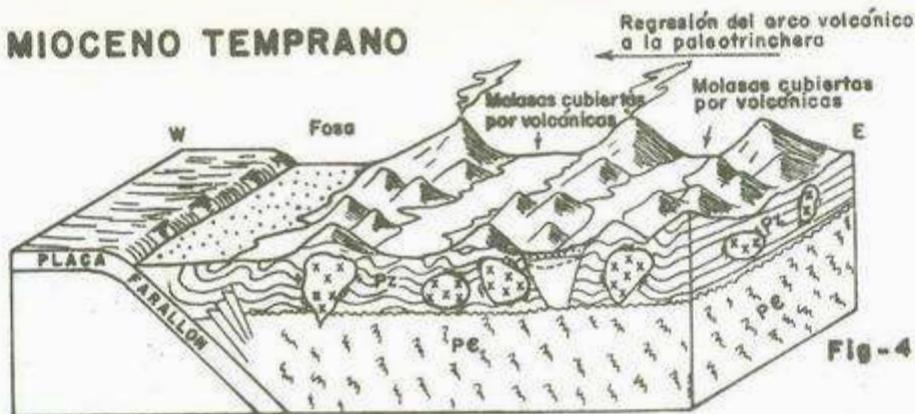
ESQUEMAS DEL MARCO
TECTONICO REGIONAL

LEONCIO NEVAREZ
MAYO DE 1994

TESIS
PROFESIONAL

LAMINA Nº 8

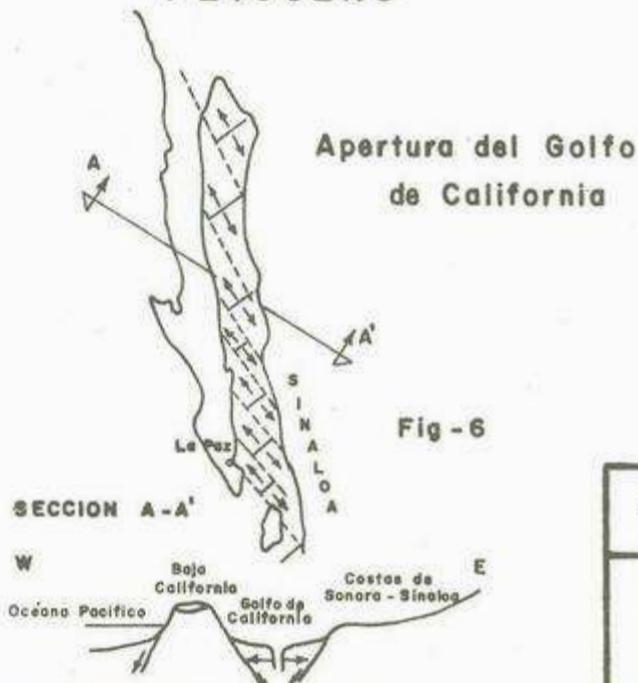
MIOCENO TEMPRANO



MIOCENO MEDIO - TARDIO



PLIOCENO



La apertura del Golfo de California, trae consigo un cambio en la dirección de expansión del Pacífico Nororiental

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

ESQUEMAS DEL MARCO
TECTONICO REGIONAL

LEONCIO NEVAREZ
MAYO DE 1994

TESIS
PROFESIONAL

LAMINA Nº 9

En el Pliocuatenario, la Placa Farallón desaparece por completo debajo de la Placa Norteamericana (Atwater, T. 1970), localizándose así la cordillera oceánica en la entrada del Golfo de Cortés, prolongándose en éste por un sistema de fallas y zonas de expansión, relacionadas al sistema de San Andrés, (Sykes, L. R. 1968).

En el Plioceno se inicia la apertura del Golfo de California; desplazando hacia el NW a Baja California, (Fig. No. 6 de la Lámina No.9).

Los yacimientos minerales que estudiamos se presentan en las rocas andesíticas generadas durante el Oligoceno y relacionadas con la migración del arco volcánico hacia el oriente.

1. G).- GEOLOGÍA HISTÓRICA

Esta descripción se apoya básicamente en la columna litológica y geológica del Estado de Sinaloa, compilado por Clark en el año de 1973. (Lám. No. 10).

El Precámbrico está constituido por una secuencia de gneises cuarzolíticos y esquistos, afectados por pegmatitas, granodioritas y dioritas, productos de lo que el autor considera orogenias antiguas, las que provocaron un levantamiento en la región con su consecuente etapa erosiva. De esta manera finaliza el Precámbrico, dando paso a la fase sedimentaria del Paleozoico inferior, constituida por sedimentos de carácter arenoso, pelítico y calcáreo, asociadas con lavas y rocas ígneas intrusivas, esta sedimentación se considera como de la parte eugeoclinal y se ve interrumpida por la Orogenia Jaliscoiana del Paleozoico Medio y Superior, causando el metamorfismo de los sedimentos y el levantamiento de la región, con una fase erosiva, asociada, marcando así el final de la historia paleozoica.

A inicios del Mesozoico, se tiene una fase magmática representada por lavas de composición máfica a intermedia, la cual metamorfizó levemente a los sedimentos preexistentes e incluso algunos volcánicos anteriores. Esta secuencia a su vez se ve afectada por otra fase erosiva, probablemente como producto final de la Orogenia Jaliscoiana.

Durante el Albiano - Cenomaniano se desarrolla una sedimentación del tipo miogeoclinal con unidades de naturaleza calcárea, pizarras y yesos al norte de Sinaloa. Dicha sedimentación localmente tuvo como basamento algunas unidades de metavolcánicas correspondientes a la unidad mesozoica. Esta sedimentación se ve interrumpida en el Cretácico Superior por las primeras pulsaciones de la Orogenia Laramide, ocasionando plegamientos y erosión de las unidades preexistentes, finalizando así la sedimentación marina

PERIODO - EPOCA	EVENTO PRINCIPAL	CICLO GEOTECTONICO OROGENIA		
CUATERNARIO	Racienta Aluviones ligeramente compactos y clásticos de planicie costera con formación de delta	MEXICANA Taphrogenesis (Terciario)		
	Pleistoceno Extrusiones de basalta y latita, clásticos continentales, tobos y gravas, depósitos paleodeltaicos, levantamientos y erosión			
TERCIARIO	Plioceno Extrusión basáltica (Formación Hornillos) Deposición de la Formación Maune en el norte de Sinaloa			
	Discordancia Angular			
	Mioceno Fallamiento Emplazamiento de riolitas, ignimbritas y fobas			
Oligoceno	Sedimentos secundarios interestratificados. Extrusión de andesitas con algunas unidades riolíticas (Formación San Blas), localmente cortada por intrusivos intermedios		OROGENIA LARAMIDE Orogenesis y metamorfismo (Cretácico Superior-Terciario Inferior)	
				Eoceno
CRETACICO (Albiano-Cenomaniano)	Deposición de unidades calcareas, pizarros (y yeso del area de Tetameche en el norte de Sinaloa.) Algunas unidades metavolcanicas en la base. Emplazamiento de ofiolitas Bacurato			Sedimentación de Miogeoclinal
CARBONIFERO	Erosión Extrusión de lavas de composición mófica o intermedia. Plutonismo jurasico correlativo al grupo Rio Fuerte		JALISCONIANA Correlativo parcialmente en tiempo al evento Sonoma del sur de Estados Unidos	
		PALEOZOICO INFERIOR		
PRECAMBRICO	Erosión Gneises cuarzofeldespaticos y esquistos afectados por diques pegmatiticos, dioritas y granodioritas.	OROGENIAS ANTIGUAS Evento correlativo en tiempo con la Orogenia Mazatzal del sur de Estados Unidos		

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

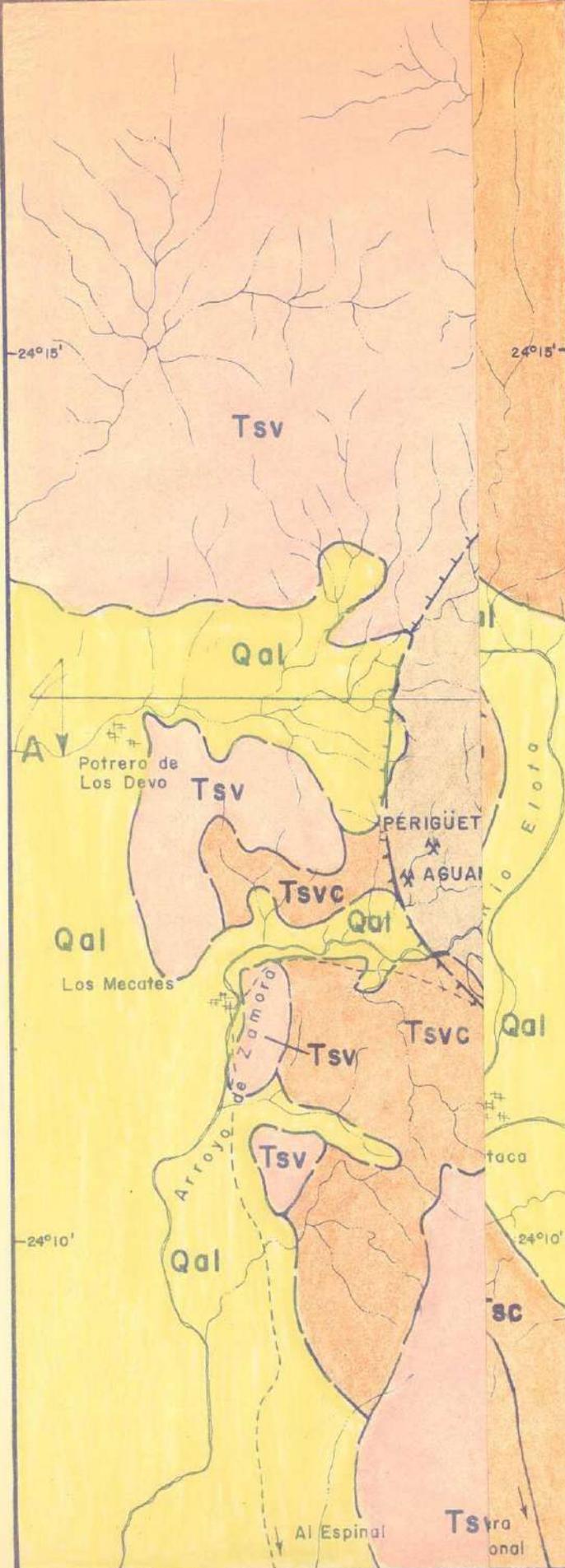
COLUMNA LITOLOGICA
GENERALIZADA PARA
EL ESTADO DE SINALOA

MODIFICADA DE K. F. CLARK (1973)

LEONCIO NEVAREZ
MAYO DE 1994

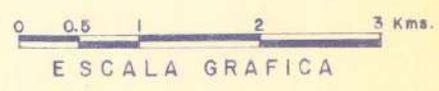
TESIS
PROFESIONAL

LAMINA Nº 10



E X P L I C A C I O N

- Qal DEPOSITOS ALUVIALES RECIENTES
- Tsc UNIDAD VULCANO-SEDIMENTARIO
- Tsv SECUENCIA DE TOBAS Y DERRAMES RIOLITICOS
- Tsvc SECUENCIA VOLCANOCLASTICA
- Tiv BRECHA TOBACEA ANDESITICA
-  mina
-  contacto geológico
-  falla normal
-  carretera pavimentada
-  brecha
-  rancharia
-  línea de sección
-  arroyo



**UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**PLANO GEOLOGICO DEL
AREA CAMPANILLAS
MUNICIPIO DE ELOTA, SINALOA**

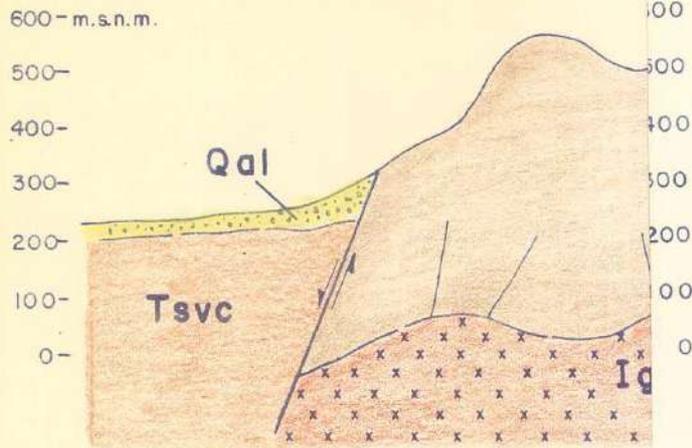
LEONCIO NEVAREZ
MAYO DE 1994

TESIS
PROFESIONAL

LAMINA Nº 11

SECCION

OESTE

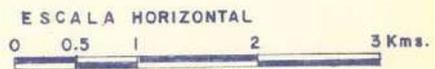
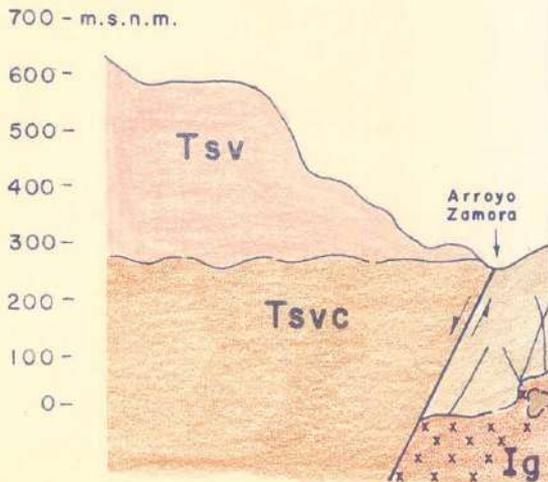


EXPLICACION

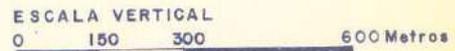
- Qal** DEPOSITOS ALUVIALES RECIENTES
- Tsc** UNIDAD VULCANO-SEDIMENTARIO
- Tsv** SECUENCIA DE TOBAS Y DERRAMES RIOLITICOS
- Tsvc** SECUENCIA VOLCANOCLASTICA
- Tiv** BRECHA TOBACEA ANDESITICA
- Ig** TRONCO INTRUSIVO INFERIDO A PROFUNDIDAD
- x** mina
- ~** contacto discordante
- ///** fracturamiento, fallas o vetas mineralizadas
- ///** falla normal

SECCI

SSW



ESCALA GRAFICA



ESCALA GRAFICA

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

SECCIONES GEOLOGICAS
ESQUEMATIZADAS DEL
AREA CAMPANILLAS

LEONCIO NEVAREZ
MAYO DE 1994

TESIS
PROFESIONAL

LAMINA Nº 12

interés, ya que la mineralización de las principales minas y prospectos visitados se encuentran en ésta, además de presentar una alteración propilítica de origen hidrotermal manifestada por epidota, clorita, sericita y sílice en proporciones considerables.

SECUENCIA VOLCANOCLÁSTICA (Tsvc).- Cuya relación estratigráfica con la infrayacente brecha tobácea es aún incierta.

Litológicamente se encuentra constituida por fragmentos arredondados de pórfido andesítico de color gris y de otras rocas afaníticas cuyo tamaño varía desde el milímetro hasta 50 centímetros. Esta secuencia aflora en una gran superficie dentro del área.

Se distingue de la secuencia anterior por ser menos consistente y no presentar alteración hidrotermal.

SECUENCIA DE TOBAS Y DERRAMES RIOLÍTICOS (Tsv).- Estas cubren la secuencia antes expuestas. Su color es rosa con textura tipo fluidal y sus mejores exposiciones se tienen tanto al norte como al sur del área en cuestión, en donde se aprecian excelentes afloramientos.

Contemporáneamente a la emisión de estos depósitos se tuvo el emplazamiento de diques riolíticos, intrusionando a brechas tobáceas y volcanoclásticas.

Estas secuencias son el producto del intenso volcanismo acaecido durante el Terciario en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental.

CUATERNARIO (Qal).- Aflora de manera restringida, encontrándose principalmente en los valles formados al este y al oeste del área. Está representado por eluvión y aluvión de poco transporte y constituido principalmente por fragmentos subarredondados de rocas volcánicas, arenas y arcillas, mal clasificados y sin consolidar.

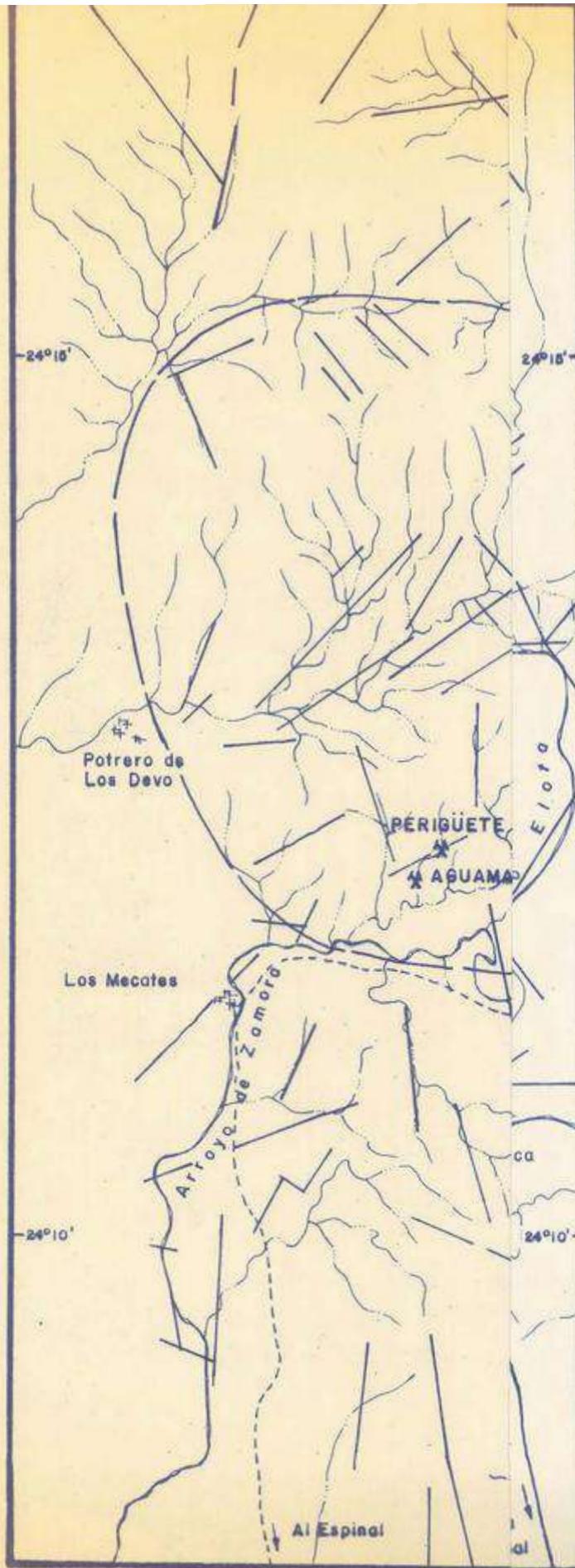
Las relaciones estratigráficas y estructurales inferidas, se pueden observar en los perfiles esquematizados A - A' y B - B' de la Lámina No. 12.

III. 3.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL LOCAL

Desde el punto de vista estructural, el área de trabajo presenta rasgos muy interesantes, ya que algunos de estos se encuentran estrechamente relacionados a las estructuras mineralizadas.

Regionalmente se observa un sistema principal muy bien definido en dirección NW-SE, que sirve de control a la mayor parte de la red hidrográfica; así como un segundo sistema N-S, el cual es fácilmente identificable en fotografías aéreas.

Un tercer patrón, que no es muy común en el área, presenta una actitud estructural



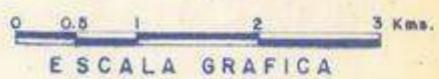
EXPLICACION

-  mina
-  lineamientos
-  curvilíneamiento Campanillas
-  carretera pavimentada
-  camino para vehículo
-  rancheria
-  arroyo



BIBLIOTECA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

EL SABER DE MIS HIJOS PARA MI GRANDEZA



**UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**PLANO ESTRUCTURAL
DEL AREA CAMPANILLAS
MUNICIPIO DE ELOTA, SINALOA**

LEONCIO NEVAREZ
MAYO DE 1994

**TESIS
PROFESIONAL**

LAMINA Nº 13

NE-SW. Este sistema el cual desde el punto de vista económico es muy interesante, ya que en éste se encuentra la veta del Mineral Zamora.

Aunados a los patrones o sistemas de fracturamiento descritos anteriormente, se tienen además los curvilineamientos detectados en imágenes de satélite, siendo claramente visible el gran curvilineamiento Campanillas, el cual en su periferia sur se intercepta con la estructura de tal distrito, dando como resultado una rica zona de mineralización de plata, (ver lámina No. 13).

Dentro de este gran curvilineamiento existe otro de menores dimensiones en la porción NE, que corresponde a las estructuras curvilíneas de Campanillas y La Franca.

Esta estructura, dadas sus escasas dimensiones, no es fácil de identificar en la imagen de satélite; más al analizar las evidencias estructurales en las minas referidas nos damos cuenta que estas no conservan una traza rectilínea, sino que se curvean de tal manera que no dejan lugar a dudas de la existencia de un curvilineamiento de menores dimensiones, además de que otros prospectos al sur de dicho lineamiento (Prospecto Jarillas), presenta el mismo patrón estructural antes propuesto.

Por tal razón, suponemos que la mineralización y el comportamiento estructural tanto de Zamora como de Campanillas y La Franca deben su origen y se asocian a un gran curvilineamiento que en su interior presenta curvilineamientos menores, los cuales independientemente contienen evidencias de una mineralización económica.

El origen de estos curvilineamientos se le atribuye a las intrusiones dómicas posteriores a la tectónica de sierras y valles, aunque cabe la posibilidad de que corresponda a un modelo de calderas asociadas a las mismas intrusiones. Para definir con mayor exactitud su origen se recomiendan estudios más detallados al respecto.

Como rasgos observables en estos curvilineamientos, es el de que se ven afectados en la zona de Campanillas - La Franca, por el sistema NW-SE; y en la zona de Zamora, por el sistema NE-SW, los cuales a su vez contienen mineralización económica.

El gran curvilineamiento de Campanillas presenta una forma semioval, en donde se observa un drenaje radial, con algunas corrientes que corren paralelas al borde del lineamiento, describiendo así un drenaje anular.

IV YACIMIENTOS MINERALES

IV. 1.- MINERAL ZAMORA

Este desarrollo minero se localiza al SW del área, a escasos 5 km. al E del rancho Los Mecates, en la margen derecha aguas abajo del arroyo Zamora, contando con acceso de terracería desde el poblado El Espinal, aunque presenta problemas en temporadas de lluvias.

Esta es una de las minas más importantes del área, ya que cuenta con un considerable desarrollo minero y manifestación de vetas mineralizadas, las cuales fueron explotadas desde el año de 1885.

1. A).- ROCA ENCAJONANTE Y ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

Dentro de esta zona minera se reconocen cuatro estructuras mineralizadas, de las cuales; la "Veta de Zamora", "El Obatel" y "Cuarzo Lila" forman estructuras aproximadamente paralelas, de rumbo NE 35° SW con echado hacia el SE de 40 a 66°, (Flores, 1982). La "Veta los Olotes" presenta un rumbo independiente casi N-S y que llega a intersectarse con el otro sistema, formando bolsas ricas. (Lám. No. 14).

Acompañando a las estructuras paralelas, es común apreciar diques andesíticos, ocasionalmente milonitizados por efectos de ajustes de las veta-falla. Hacia el sur de la mina, sobre el arroyo de Zamora, se presenta un dique de composición cuarzolítica que se empieza entre las vetas El Obatel y la de Zamora. Estos diques son postminerales y aprovecharon los mismos conductos de las vetas para su emplazamiento, por lo cual están íntimamente asociados.

La litología que caracteriza a esta localidad minera y que sirve de roca encajonante, tanto de las vetas mineralizadas como de los diques emplazados, consiste en una brecha tobacea de tonalidades grises y alteraciones rojizas, con una estructura típica de brechas, con fragmentos angulosos y subangulosos que van de 0.5 a 10 cm de diámetro; megascópicamente se observan cuarzo, vidrio, óxidos y ocasionalmente pirita.

1. B).- FORMA Y DIMENSIONES.

VETA ZAMORA.-Consiste en una veta de cuarzo con sulfuros dispersos y escasos óxidos que estructuralmente mantiene un rumbo general de NE 37° SW con un echado que varía de 41° a 66° al SE y un espesor también variable de 0.30 a 1.5 m y hasta de 2 a 3 m donde se intersecta con la veta Los Olotos. Se reconoce ésta veta a lo largo de 800 m en ambas minas. La veta se encuentra perfectamente controlada por planos de falla al bajo, fallas que han permanecido activas durante mucho tiempo, dando como resultado el brechamiento de la propia veta y en ocasiones de la roca encajonante.

VETA EL OBATEL.- Es una de las vetas que corre aproximadamente paralela a un rumbo de NE 35° SW separada de 10 a 15 m al NW de la Veta Zamora con un buzamiento que varía de 35° a 55° al SE y un espesor también variable de 0.20 a 0.70 m Superficialmente se tiene reconocida a lo largo de 650 m por medio de obras superficiales hacia el extremo SW del área y mediante obra subterránea al extremo NE.

VETA CUARZO LILA.- Se ubica a 50 m. al NW de la Veta El Obatel, presenta un rumbo de NE 10° SW, con un echado de 48° al SE y espesor promedio de 40 cm, aproximadamente paralela a la veta Zamora y Obatel. Esta es reconocida a lo largo de 45 m por medio de pozos.

VETA LOS OLOTES.- Esta estructura mineralizada se encuentra dentro del sistema N-S y tiene un buzamiento de 53° al E, está compuesta por vetillas de cuarzo con espesores máximos de 20 a 30 cm. y numerosos hilillos que forman una estructura tipo stock-work, que en ocasiones alcanzan de 2 a 3 m. Se encuentra reconocida longitudinalmente sobre 65 m, tanto por obras superficiales como por obras subterráneas.

1. C).- MINERALOGÍA Y ALTERACIONES

La mineralización en este sistema hidrotermal de relleno de fisuras está conformada principalmente por cuarzo semilechoso, de color blanquecino grisáceo, con una textura crustificada, formando ocasionalmente drusas, algunas de ellas con bandeamiento de cuarzo amatista de color lila debido a las impurezas de las distintas pulsaciones de los fluidos mineralizantes, que se supone han aportado también los sulfuros de plata como proustita, tetrahedrita y pirargirita, principales minerales de carácter económico. En segundo término de abundancia se presentan los minerales metálicos tales como el oro libre y ocasionalmente esfalerita, pirita y pirrotita.

Biblioteca Depto.
de Geología

Las estructuras mineralizadas Zamora y Obatel, corresponden al sistema de fallas de rumbo NE-SW y su emplazamiento no fue uniforme en toda la falla, concentrándose exclusivamente en aquellas partes en que la presión de los fluidos logró penetrar y encontró espacios apropiados para su depósito. Por esta razón la mineralización se encuentra exclusivamente en bolsas; tal es el caso del **clavo La Camichina**, donde no se aprecia intersección alguna con otra veta y los espacios ahí minados son potentes, al igual que sobre la veta Obatel en la misma porción.

Dado el brechamiento observado de la veta misma, que da origen a estructuras de tipo cataclástico asociada a abundante milonita, generalmente al bajo de la veta, se deduce lógicamente que este fallamiento NE-SW se ha reactivado posteriormente a la mineralización.

El sistema de vetas N-S, como lo es el caso de la veta "Los Olotes", no está controlado por una falla definida exclusivamente, sino que se trata de una serie de fracturas donde se emplazan vetillas agrupadas en forma de stockwork. La intersección de estos dos sistemas de vetas antes expuestos, dan como resultado clavos ricos, presentando una inclinación de 45° hacia el NE, los cuales han sido explotados. Esta característica de la mineralización puede ser utilizada como criterio importante para exploraciones posteriores.

1. D).- OBRAS MINERAS Y MUESTREO

La obra más importante dentro del Mineral Zamora, es el tiro principal que comunica con todos los niveles de explotación existentes. (Lám. No. 15 y 16).

A continuación se hace una descripción de las obras mineras más importantes:

NIVEL LA CAMICHINA.- Se localiza a 70 m. al poniente del tiro principal, a una cota de 192 m.s.n.m. Se tiene información que fue en esta obra en donde los concesionarios iniciaron sus trabajos de explotación, con la ejecución de dos pequeños subniveles sobre bloques de mineral económico del **clavo La Camichina**.

Como obra minera se tiene casi al nivel de arroyo una frente con 51 m. de desarrollo, labrado sobre la veta Zamora. A los 12 m. en el interior de la mina se inician los minados importantes con rebajes en forma de pozos y que en su parte inferior se encuentra además hasta comunicar con el nivel 30. A los 35 m. existe un crucero de 6 m. hacia el poniente que corta una veta falla paralela a la veta Zamora, de 1.5 m. de espesor y con espejos de falla bien definidos. En esta misma área se encuentra un pozo que comunica, a 7 y 9 m. topográficamente abajo, con 2 pequeños subniveles de 6 m. cada uno.

NIVEL LOS OLOTES. El acceso al nivel Los Olotos, se localiza a 105 m. al norte del tiro principal y consiste de un pozo inclinado sobre el sistema de hilos de la Veta Los Olotos con 17 m. de profundidad. Sobre el pozo existen dos pequeñas áreas de labrados; uno pequeño y superficial a los 3 m. y el otro a los 11.5 m. de profundidad, donde se aprecia un pequeño nivel aterrado.

Del fondo de este pozo parte una frente hacia el NW, con 9 m. de desarrollo, que se encuentra minado como un pequeño salón, hasta trincar con la falla que controla la veta Zamora. Al NE se desarrolla el nivel Los Olotos, el cual a los 40 m presenta una deflexión al NE para dar un crucero al SE por 5 m., para volver al rumbo NE, con 8.5 m. más, completando un total de 52 m. sobre esta frente. Este crucero corta un dique andesítico fallado y milonitizado.

NIVEL 30.- Este nivel consiste de un crucero que parte del tiro principal con un rumbo de poniente franco de 60 m. de longitud, que corta a las estructuras de Zamora y El Obatel; la primera a los 45 m. y la otra a los 60 m.

La frente sobre la veta Zamora; al extremo SW, se encuentra aterrada a los 6 m. La frente NE presenta 149 m. de desarrollo en total. Los primeros 20 m. corresponden a la zona minada del clavo La Camichina, de los 2 a 7 metros existe un pozo sobre la veta relleno de rezaga, la obra se encuentra totalmente ademada hasta los 38 m. por razones de seguridad. A los 30 m. existe un pozo sobre la veta que posiblemente esté comunicado con los minados inferiores, pues al bombear el agua del tiro principal, también baja su nivel. A los 35 m. existe un contrapozo con 4.5. m. de cuele sobre veta. En la continuación, al NE de este nivel, se presentan 4 cruceros de exploración a ambos lados de la veta, lo cual manifiesta una duda actual acerca del comportamiento de las vetas mineralizadas. El primero de ellos, a 42 m. del crucero principal explora hacia el NW por 10 m. y únicamente define el estrangulamiento de la veta El Obatel, pues no se reconoce. El segundo crucero se encuentra a los 52 m. y explora 9 m. hacia el SE sin definir nada atractivo. A los 65 m. está un tercer crucero hacia el NW con 12 m. de cuele y que corta a la veta El Obatel a los 10 m., desarrollando frentes a ambos lados con un total de 15 m. de cuele, pues la veta da lugar a una pequeña bolsa. Al NE se estrangula la bolsa y al SW presenta valores ricos pero muy angostos. El cuarto crucero se encuentra a 105 m. y presenta 37 m. de cuele hacia el SE sin definir nada importante y 42.5 metros de cuele al NW, logrando definir que la veta El Obatel persistía estrangulada.

En el nivel 30 sobre la veta El Obatel; la frente SW tiene 15 m. de desarrollo hasta donde se encuentra aterrada la frente; a los 8 m. sobre esta misma frente existe una

pequeña frente diagonal de 7 m., explorando un sistema de hilos N-S. La frente hacia el NE tiene 15 m., con un crucero de 6 m. en su tope, para definir si había sufrido algún desplazamiento la veta, que aparentemente se estrangulaba en esta porción. Sobre los primeros 6 m. de la frente NE, existe un pozo sobre veta de gran dimensión, que manifiesta el tamaño de la bolsa ahí explotada; esta parte de la veta se encuentra totalmente ademada, posiblemente porque ha sido minada.

SUBNIVEL 23.- Su acceso se localiza a los 18 m. antes del fondo del nivel 30; en los primeros 8 m. de el contrapozo del clavo Los Olotes, presenta una frente de 6 m., desarrollada hacia el SW, encontrando que se estrangula la veta en esa dirección. La frente al NE tiene 24 m., explorando el clavo en toda su extensión, junto con un pequeño crucero de 3 m. que se desprende a los 21 m. al SE, con esta obra se confirmó que el clavo no se acuña a profundidad, sino que mantiene una inclinación de 45° al NE. Por lo que se recomienda continuar la exploración con la frente NE del nivel 30 para definir las dimensiones del clavo.

POZO LA INDIA.- Esta obra se localiza al norte del pozo Los Olotes, se trata de un pozo inclinado sobre la veta El Obatel, de 12 m. de profundidad, que en el fondo desarrolló una frente al NE con 9 m. de cuele con pequeños minados hacia arriba. También cuenta con un crucero de exploración de rumbo N 80° E de 5.5 m. de cuele, que posiblemente trató de localizar los hilos de la veta Los Olotes.

MUESTREO VETA ZAMORA.- En el extremo SW de la veta Zamora se tienen numerosos pozos y catas, que nos permiten obtener buena información; destaca dentro de ellas la obra La Campeona donde una muestra nos reporta 10.1 gr/ton de oro y 941.7 gr/ton de plata, La obras El Arroyito y El Tecomate con 0.7 y 2.6 gr/ton de oro y 103.2 y 107.2 gr/ton de plata, respectivamente. Esta porción de la veta es un poco angosta, pero podría ensancharse y definir un clavo importante a profundidad.

En el Nivel La Camichina se muestreó sistemáticamente cada 2 metros en los dos pequeños subniveles mediante 25 muestras, representando una ley media de 696.89 gr/ton de plata y 3.47 gr/ton de oro. De este nivel hasta el nivel 30 se encuentra sumamente explotado, por lo que no fue posible tomar muestras.

El muestreo sobre el nivel 30, entre los clavos La Camichina y Los Olotes, indica un tramo estéril de la veta; hasta que al acercarnos a este último, gradualmente ascienden los valores anómalos en plata.

El clavo Los Olotes fue muestreado sistemáticamente en tres niveles: el nivel Los Olotes, el subnivel 23 y sobre el nivel 30. En el nivel Los Olotes se muestreó a lo largo de 35 m; en los primeros 11 m. la veta se presenta de 1.4 m. de espesor con leyes de 481.1 gr/ton de plata y 1.67 gr/ton de oro; pero a partir de la intersección de las vetas el espesor promedio se ensancha a 2 m. con leyes de 1364 gr/ton de plata y 10.17 gr/ton de oro. Unos 5 m. antes del emplazamiento con el dique andesítico milonitizado se presenta la caída de valores a 143.4 gr/ton de plata con 0.9 gr/ton de oro.

En el desarrollo, al NE del subnivel 23 no se logra definir totalmente la extensión del clavo, y el desarrollo al lado opuesto (al SW), se cierra la veta reduciéndose a dos pequeños hilos de cuarzo.

El clavo se reconoció en un tramo de 20 m. con un espesor promedio de 2 m. y con leyes de 1595 gr/ton de plata y 13.73 gr/ton de oro, esencialmente en la zona de intersección de las dos vetas.

Sobre el nivel 30 se definió el clavo Los Olotes uno de 5 metros antes de concluir la obra al NE, deteniéndose la exploración en ese punto debido a que se concluyeron las obras financiadas por el C.R.M. a contrato. El clavo se muestra aún angosto pero con leyes de 649, 356.5 y 1100 gr/ton de plata definiéndonos aún el inicio del clavo en este nivel.

MUESTREO VETA OBATEL.- En la porción SW de esta veta existen varios pozos, catas y trincheras a lo largo de la estructura, dentro de los que destacan pozo del Gatuño, el tajo El Perihuate, la trinchera de la cardona, el pozo El Ranchito y El Obatel. No fué posible obtener buenas muestras por lo aterrado que se encuentran; sin embargo, se presentaron valores de 62.8 a 103.2 gr/ton de plata, y en las obras El Ranchito y El Obatel se conocen valores de 293.3, 153.8 y 321.6 gr/ton de plata, que nos dan una idea de que se encuentran paralelas al clavo La Camichina.

En el nivel 30 la veta Obatel se encuentra minada casi paralelamente, pero en forma interrumpida. El comportamiento de la veta se manifiesta al SW en forma de hilos que se formalizan en la obra "Frente del Cruceño" en vetillas de 20 y 30 cms. y leyes variables de 163 a 799 gr/ton de plata.

En el último cruceño de exploración del extremo NE la veta se estrangula; pues sólo se observan algunos hilos como evidencia. Desgraciadamente las condiciones poco estables de la mina no son óptimas para un buen muestreo. En el pozo La India hacia el NE se reconoce la veta El Obatel con espesor de 20 a 30 cm. y con leyes de 137 y 799 gr/ton de plata con 0.8 y 4.6 gr/ton de oro, respectivamente.

MUESTREO VETA LOS OLOTES.- Superficialmente se reconoce a lo largo de 60 m. sobre la obra El Pochote, el pozo de Los Olotos y otra cata más adelante. En la obra El Pochote se observaron hilos de 20 cm. reportando 506.7 y 165.9 gr/ton de plata con 3.6 y 1.3 gr/ton de oro, respectivamente. En el Pozo Los Olotos existe un enjambre de hilos y vetillas, donde se colectaron 70 muestras, ya que los valores de algunas vetillas varían de 149 hasta 833 gr/ton de plata. Aunque en esta obra los resultados son muy erráticos y es muy difícil determinar una ley media, reportan en total una ley promedio de 118.51 gr/ton de plata y 0.65 gr/ton de oro. Cabe la posibilidad que en la intersección de estos hilos con la veta El Obatel se forme otra bolsa rica semejante a la de Los Olotos.

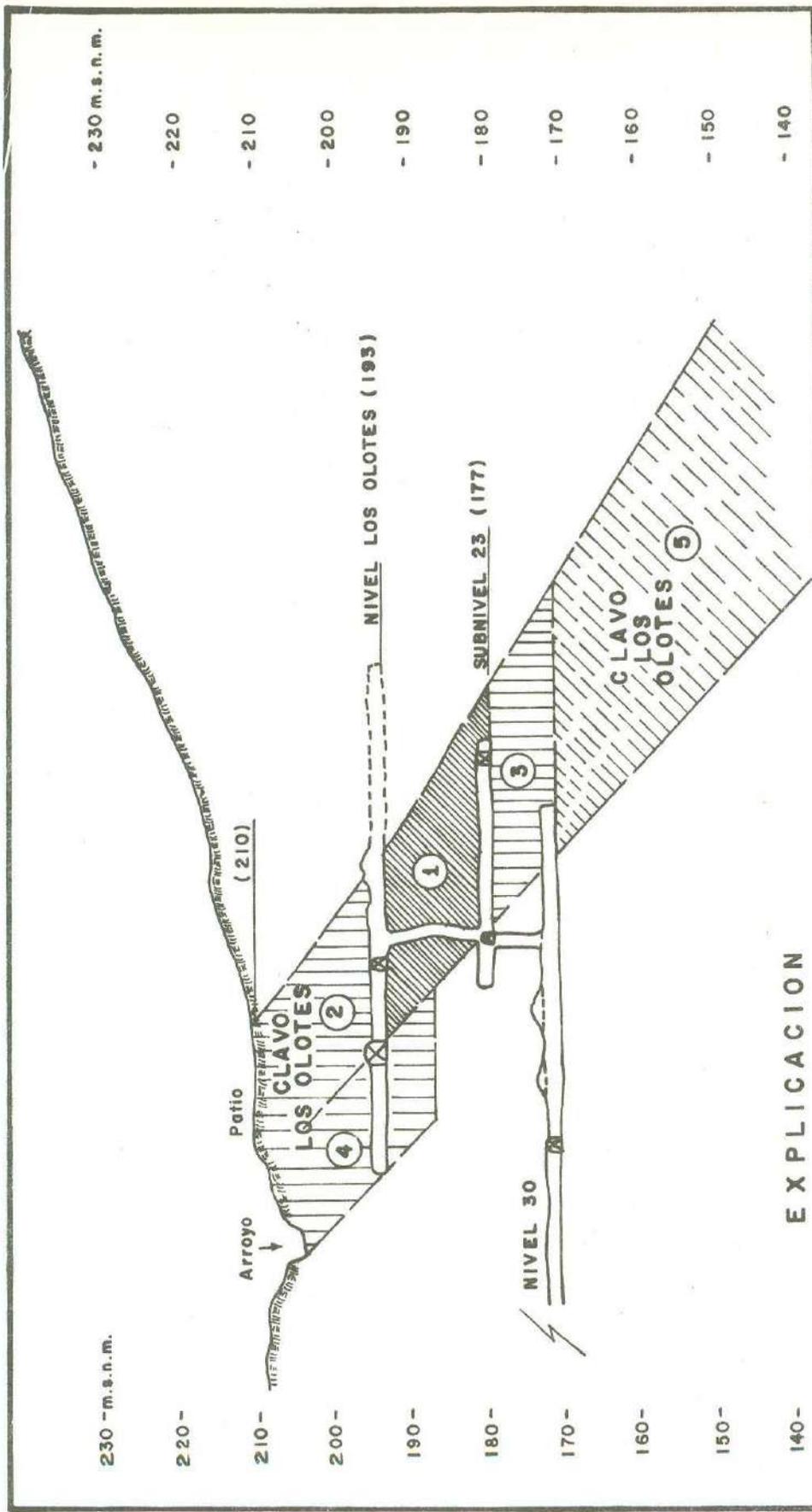
1. E).- CALCULO DE RESERVAS

Este cálculo fue realizado exclusivamente en el clavo Los Olotos, donde intersectan las vetas Zamora y Los Olotos. Se cubicaron 5 bloques geométricos distribuidos como se ilustra en la Lámina No. 17. En el bloque 1, se define el mineral con carácter de positivo y presenta 21 metros de longitud en su porción superior, 30 metros de longitud en la parte inferior, 15 mts. de altura y un ancho promedio de 2 metros, considerando una densidad de 2.4 gr/cm³ resultan 1836 toneladas positivas de mineral, con una ley media de 11.9 gr/ton de oro y 1,479 gr/ton de plata.(Flores, 1982).

Para el cálculo de reservas probables se determinan los bloques 2, 3 y 4 en los cuales se obtienen: 2,016 ton en el bloque 2 con una ley media de 10.07 gr/ton de oro y 1,363 gr/ton de plata. En el bloque 3 se obtienen 1,560 ton con una ley media de 13.73 gr/ton de oro y 1,595 gr/ton de plata, y en el bloque 4 se obtienen 1,572.48 ton con una ley media de 1.67 gr/ton de oro y 480.1 gr/ton de plata. Haciendo una suma de los bloques 2, 3 y 4 totalizan 5,148 ton de carácter probable.

El bloque 5 nos da la cubicación de reservas de carácter posible, para determinar su figura geométrica se considera un buzamiento de 45° al NE del clavo rico y su ensanchamiento a profundidad. La medida se infieren de 35 m. de longitud en su parte superior, 50 m. de longitud en el nivel 60 y una altura de 40 metros, con un espesor promedio de 2 metros. Por lo que se obtienen 8,160 toneladas de reservas posibles con una ley media de oro de 13.73 gr/ton y 1595 gr/ton de plata, que es la obtenida en el bloque inmediato superior. Sumando todo los bloques se tiene un total de 15,144 toneladas de mineral con una ley promedia tentativa de 1,229 gr/ton de plata y 9.4 gr/ton de oro.

Departamento de Geología

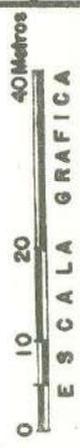


230 - m.s.n.m.
 - 220
 - 210
 - 200
 - 190
 - 180
 - 170
 - 160
 - 150
 - 140

230 - m.s.n.m.
 220 -
 210 -
 200 -
 190 -
 180 -
 170 -
 160 -
 150 -
 140 -
 130 -

EXPLICACION

-  RESERVAS POSITIVAS
-  RESERVAS PROBABLES
-  RESERVAS POSIBLES



UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

CALCULO DE RESERVAS SOBRE LA VETA ZAMORA EN EL CLAVO LOS OLOTES MINERAL DE ZAMORA MUNICIPIO DE ELOTA, SINALOEA

LEONCIO NEVAREZ
 MAYO DE 1984

TESIS
 PROFESIONAL

LAMINA Nº 17

Flores M. Antonio (1982)

No se tiene conocimiento de reportes o planos actualizados que nos informe si se continuó la exploración o si se explotaron plenamente estas reservas minerales calculadas, ya que en la actualidad las obras se encuentran generalmente inaccesibles.

IV. 2.- MINA LA FRANCA

Se localiza en la parte norte del área; a 5 kms. al SW del rancho de Ibonía, a unos 650 m. al NE de la mina Campanillas y aproximadamente a 460 m.s.n.m. sobre el nivel de mar, en la falda del cerro Campanillas.

El acceso es el mismo que conduce a la mina Campanillas que parte de Ibonía, pasando por el rancho Rincón de Ibonía.

2. A).- ROCA ENCAJONANTE Y ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

La roca encajonante de esta veta mineralizada La Franca, consiste en una brecha volcánica de tipo andesítico de brillo mate y con fragmentos angulosos de color gris claro con varias tonalidades rosas. Estos fragmentos presentan en promedio 4 cm. de diámetro y se encuentran incluidos en una matriz de color gris verdosa constituida por vidrio, cuarzo y clorita principalmente. Este tipo de roca prevalece homogéneamente, tanto en el interior de la obra como en la superficie de la mina. (Nevárez, 1989).

La estructura mineralizada presenta un rumbo general E-W y su emplazamiento fue a través de las fisuras principales en el momento de la inyección de los fluidos mineralizantes y cuenta con algunos fragmentos de roca encajonante desprendidas de las tablas adyacentes, debido al arrastre del mismo fluido a altas presiones y temperaturas; estos mismos fluidos mineralizantes originan la formación de hilos y lentes que se desprenden casi paralelos, principalmente al alto de la veta, y que pueden observarse en la parte sur de la obra.

**Biblioteca Depto.
de Geología**

2. B).- FORMA Y DIMENSIONES

Este depósito mineral se presenta en forma de un cuerpo tabular de aproximadamente 70 cms. de espesor promedio, aunque excepcionalmente llega a medir 2.5 m. El rumbo que presenta es casi E-W en la porción principal de la mina, pero al poniente se desvía a un rumbo SW; el echado es cercano a la vertical, variando de 70° a 80° al SE.

La existencia de la veta se reconoce más claramente en el interior de la obra que en la superficie, alcanzando una longitud de 130 m. En el sentido vertical se ha explotado por 60 m. entre las obras más profundas actualmente desarrolladas y los labrados antiguos. La veta principal cuenta con algunos desprendimientos de hilos de hasta 5 y 6 cms; distribuidos en el rango de unos 5 m. hacia el alto de la veta. También se presentan algunos lentes algo separados de la veta que corren aproximadamente paralelos, aunque algunos se presentan perpendiculares a la veta, acuñándose inmediatamente.

2. C).- MINERALOGÍA Y ALTERACIONES

La veta está conformada principalmente de cuarzo de color blanco grisáceo con escasos fragmentos angulosos de roca encajonante. Los minerales de mena que se presentan en la veta son difícilmente observables megascópicamente y consisten en argentita, galena punta de aguja, galena cúbica y escasa esfalerita. Estos minerales según su concentración se asocian a la coloración gris claro a oscuro. También se llegan a observar sulfuros representados por pirita y escasamente calcopirita y bornita.

La principal alteración en la roca encajonante es la propilitización manifestada, en un halo no muy amplio a ambas tablas de la veta, por minerales tales como clorita, epidota, calcita y pirita diseminada. También se presenta leve argilización y oxidación en un fracturamiento postmineral.

2. D).- OBRAS MINERAS Y MUESTREO

Las obras desarrolladas consisten en un nivel principal al que se tiene acceso mediante un crucero de 38 m. dirigido al SW 30°, que llega a la veta a los 28 m. en forma diagonal. (Lám. No. 18). De aquí continúa la obra con una frente hacia el Este sobre la estructura de la veta, con un desarrollo de obra de 35 m. Al tope de esta frente existe un crucero de exploración desarrollado hacia el SE.

Hacia el oeste franco del crucero de entrada, se presenta la frente desarrollada 70 m. continuos acompañado de un tramo de unos 20 m. de una obra desarrollada a contracañón que parte del fondo del crucero de entrada. En el tope de ésta frente dirigida al oeste franco se encuentra un crucero desarrollado casi N-S; con 5 m. de desarrollo hacia el NNW y 26 m. desarrollados al SSE.

De este crucero se desprende otra frente de 29 m. de desarrollo hacia el SW siguiendo aparentemente la continuidad de la veta ligeramente desplazada por una falla hacia el SSW.

La obra minera proyectada en un plano, es decir medida de extremo a extremo, mide 130 m. El nivel principal se presenta amplio a lo largo de 73 m. de mayor explotación que consiste de más de 2 m. de sección desde el salón de 6.5 m. de ancho y que se ubica al oeste de éste nivel, hasta el saloncito de 3.5 m. que se ubica al este de la obra. En este trayecto comprendido entre los salones citados, se encuentra la mayor cantidad de comidos, que comunican con un nivel superior donde se encuentra el malacate de extracción. Esta serie de comidos es tal que podría considerarse como uno sólo, con algunos pilares de sustento.

A partir de este tramo de labrados entre los salones se reducen considerablemente el ancho y altura de la obra, tanto al este como al oeste, a un máximo 1.6 m. de altura por 1.5 m. de ancho.

El trabajo más reciente en el interior de la obra consiste en un subnivelito de 22 m. de frente desarrollado a 10 m. debajo del nivel principal y comunicado mediante un pozo que se encuentra inmediatamente al este del crucero central.

Desde el exterior se encuentra acondicionada la mina con un tramo de 100 metros de rieles, que llegan hasta el crucero de obras del oeste de la mina, pasando por el salón grande.

En la superficie existen alrededor de 8 catas alineadas de acuerdo a la estructura principal; observándose claramente la veta en algunas de ellas.

Paralelamente, a unos 12 m. de la estructura principal y a la altura de la lumbrera que comunica al nivelito del malacate, se presenta una obra de 13 m. de desarrollo, en un pozo aterrado casi en el tope. Las características de esta obra da la impresión de que se trata de dos vetas paralelas, pero al no observarse la veta bien definida, se interpreta que se fueron siguiendo un ramaleo de la veta principal.

En superficie, en la parte más alta al este del nivel principal, existe un pozo inclinado ligeramente al SW de 8.5 m. de profundidad y 3X4 m. de sección. Otra obra importante desarrollada fuera de la veta es un tiro inclinado hacia la veta en el exterior de la obra, el cual se encuentra aterrado a los 15 m. de profundidad; desconociéndose su desarrollo total. Por la magnitud de sección del tiro, se infiere que éste es profundo considerando que fué programado con buen margen fuera de la veta para seguridad y sustentación. Cabe la posibilidad de que este tiro haya quedado inconcluso, pues no existen terreros de extracción;

aunque en el caso de que el tiro haya llegado a su objetivo el clavo ya habría sido totalmente explotado.

MUESTREO.- Se realizó un muestreo representativo en la zona mineralizada, tomando un total de 50 muestras de canal, de las cuales 48 fueron colectadas en el interior de la mina y sólo 2 se obtuvieron en el exterior, mismas que se analizaron por contenido de oro y plata, ya que en muestreo de orientación no resultaron de rendimiento económico los elementos de plomo, cobre y zinc.

Sobre el área del clavo principal se tomaron 18 muestras en los sitios que fue posible extraerlas, pues en algunos tramos existen labrados donde no se alcanza la veta, o bien son áreas totalmente explotadas. De estas 18 muestras tomada, algunas fueron tomadas en hilos que se desprendieron tanto al alto como al bajo de la veta, Se enlistan los resultados obtenidos, del clavo principal:

MUESTRA NUMERO	ESPEJOR (METROS)	ORO (GR/TON)	PLATA (GR/TON)	UBICACION
MLF- 29	0.70	0.5	89.3	VETA
MLF- 30	0.94	0.1	68.1	ALTO
MLF- 31	1.42	0.3	86.7	VETA
MLF- 32	0.44	1.3	179.0	VETILLA
MLF- 33	0.65	0.9	276.0	VETILLA
MLF- 34	0.55	0.0	54.5	ALTO
MLF- 35	1.15	0.0	54.5	ALTO
MLF- 36	0.85	1.7	433.0	VETA
MLF- 37	0.70	0.6	331.0	VETA
MLF- 38	1.22	0.3	142.0	VETA
MLF- 39	0.62	0.2	85.5	VETILLA
MLF- 40	0.38	0.3	346.0	VETILLA
MLF- 41	0.32	5.2	966.0	VETILLA
MLF- 42	0.92	0.6	103.0	VETA
MLF- 43	0.67	0.2	192.0	VETA
MLF- 44	0.50	0.3	229.0	VETA
MLF- 45	0.50	2.4	567.0	VETA
MLF- 46	0.68	0.9	174.0	VETA

Al fondo oriente de la obra, después de extrangularse la veta, aparecen algunos hilos aproximadamente perpendiculares a la veta; en estos hilos se tomaron 2 muestras:

MUESTRA NUMERO	ESPEJOR (METROS)	ORO (GR/TON)	PLATA (GR/TON)	UBICACION
MLF- 47	0.76	0.2	87.4	HILOS
MLF- 48	0.80	0.1	21.7	HILOS

Volviendo a la parte poniente de la obra, antes de llegar al cruce de exploración se tomaron 3 muestras en franjas lenticulares de cuarzo que se presentan al bajo de la veta; pues la veta la dejan al alto. Los resultados fueron los siguientes:

MUESTRA NUMERO	ESPEJOR (METROS)	ORO (GR/TON)	PLATA (GR/TON)	UBICACION
MLF- 26	0.51	0.5	171.0	LENTE
MLF- 27	0.25	0.0	49.0	LENTE
MLF- 28	0.25	2.9	655.0	LENTE

Más al occidente, casi al fondo sur del cruce de explotación se presenta otro lente de cuarzo aproximadamente perpendicular a la veta principal. Aquí se tomaron 6 muestras con los siguientes resultados:

MUESTRA NUMERO	ESPEJOR (METROS)	ORO (GR/TON)	PLATA (GR/TON)	UBICACION
MLF- 1	0.90	0.3	70.3	LENTE
MLF- 2	0.56	0.9	108.0	LENTE
MLF- 3	0.40	1.7	132.0	LENTE
MLF- 4	0.25	0.9	203.0	LENTE
MLF- 5	0.40	0.2	96.9	LENTE
MLF- 6	0.45	1.3	544.0	LENTE

Finalmente en la frente que continúa hacia el SW, después del cruce de exploración, se tomaron 18 muestras sobre la estructura, obteniéndose los siguientes resultados:

MUESTRA NUMERO	ESPESOR (METROS)	ORO (GR/TON)	PLATA (GR/TON)	UBICACION
MLF- 7	0.78	0.5	94.8	VETA
MLF- 8	0.90	0.1	43.1	VETA
MLF- 9	0.60	0.2	48.3	VETA
MLF- 10	0.58	0.1	45.3	VETA
MLF- 11	0.44	0.8	68.0	VETA
MLF- 12	0.47	1.0	98.1	VETA
MLF- 13	0.80	0.6	90.1	VETA
MLF- 14	1.25	0.7	107.0	VETA
MLF- 15	0.80	0.2	124.0	VETA
MLF- 16	0.65	0.7	168.0	VETA
MLF- 17	1.10	0.0	0.0	BAJO
MLF- 18	0.42	1.0	230.0	VETA
MLF- 19	0.40	0.0	35.3	VETA
MLF- 20	1.70	0.3	86.7	VETA
MLF- 21	1.40	0.0	36.4	VETA
MLF- 22	1.34	0.2	21.8	VETA
MLF- 23	0.30	0.6	198.8	VETA
MLF- 24	0.76	0.7	145.0	VETA

Como puede observarse, estos valores son bajos e irregulares, influenciados a consecuencia de la deflexión que sufrió la veta por efecto de las fallas ahí presentes. Las dos muestras obtenidas en superficie, sobre las obras de exploración reportan valores bajos. Su ubicación se aprecia en la sección longitudinal A - A' de la Lámina No. 18.

MUESTRA NUMERO	ESPESOR (METROS)	ORO (GR/TON)	PLATA (GR/TON)	UBICACION
MLF- 49	0.95	0.1	123.0	VETA
MLF- 50	0.95	0.8	72.6	VETA

Del resultado total del muestreo tomado se puede observar una relación más o menos directa entre los valores de oro y plata; es decir las mismas muestras que destacan por el contenido de plata, destacan también en el contenido de oro, en una relación aproximadamente 1 gr/ton de oro y 100 gr/ton de plata.

2. E).- CALCULO DE RESERVAS

Interpretando los resultados obtenidos en el muestreo representativo, se puede determinar la presencia de algunas zonas de clavos mineralizados; algunos muy pequeños y otros aislados en vetas aproximadamente perpendiculares que se acuñan en forma de lentes. (Lám. No. 19). Analizando las estructuras mineralizadas de oeste a este, se concluye lo siguiente:

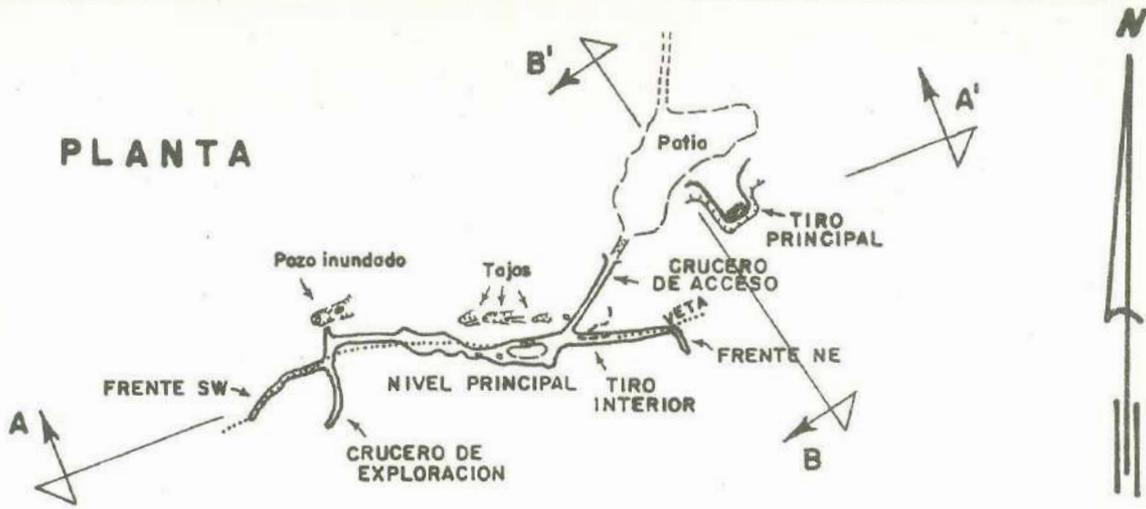
La veta en forma de lente, muestreada de la MLF-1 a la MLF-6 consiste en un clavo de 10 metros de extensión con 49 cm. de espesor promedio y con una ley media de 172.59 gr/ton de plata y 0.79 gr/ton de oro.

Otro pequeño clavo asociado a movimiento por fallas, se presenta entre las muestras MLF-13 a la MLF-18 con una ley promedio de plata de 151 gr/ton y 0.64 gr/ton de oro, este mide sólo 6 m. de largo con 0.84 m. de espesor, También asociado a movimientos tectónicos tenemos otro clavo de 6 m. con 55 cm. de espesor ubicado entre las muestras MLF-23 a la MLF-26, con una ley de 192 gr/ton de plata y 0.58 gr/ton de oro.

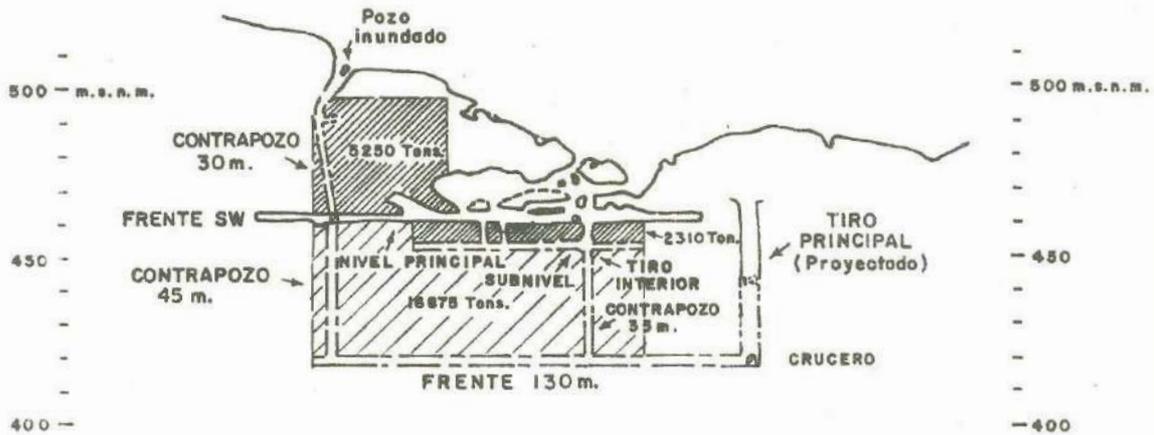
En el tramo a partir de la muestra MLF-32 hasta la MLF-40 es una zona de clavo importante, ya que tanto los valores como la veta y como su espesor, se muestran persistentes en un tramo de 70 m., el espesor que presenta es de 1.10 m en promedio, por lo que es posible calcular una reserva probable en el bloque de: $(70 \text{ m. de longitud})(1.10 \text{ m. de espesor})(12 \text{ m. de impacto a profundidad})=924 \text{ m}^3$. Considerando una densidad promedio para vetas de este tipo de 2.5 gr/cm^3 , tenemos: $(924 \text{ m}^3)(2.5 \text{ gr/cm}^3)=2,310$ toneladas de reserva mineral probable a profundidad.

De la misma manera, hacia el extremo poniente de la mina existe una porción del clavo que no ha sido explotada por los antiguos mineros, ubicado desde el crucero de entrada de la mina hasta el pozo antiguo de exploración al poniente de la obra. Esta sección de veta se considera de 40 m. de largo por 35 m. de altura y un espesor de 1.5 m. que con una densidad de 2.5 gr/cm^3 , nos representa 5,250 toneladas de mineral de carácter probable, con una ley promedio de 250 gr/ton de plata y 1 gr/ton de oro.

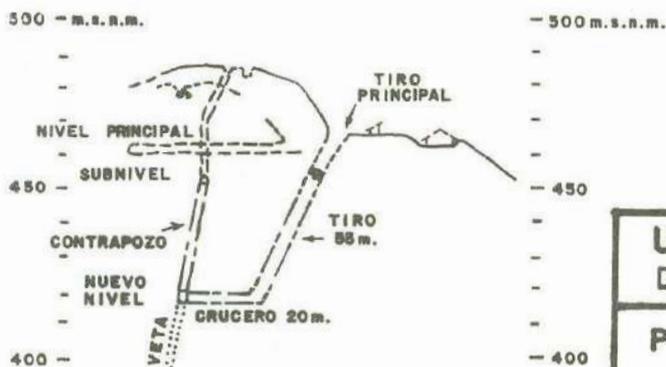
PLANTA



SECCION LONGITUDINAL SOBRE VETA (RUMBO E-W) A-A'



SECCION TRANSVERSAL SOBRE VETA (RUMBO NW-SE) B-B'



EXPLICACION

-  RESERVAS PROBABLES
-  RESERVAS POSIBLES
-  obra minera
-  obra programada



UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PROGRAMA DE EXPLORACION Y
CALCULO DE RESERVAS
MINA LA FRANCA
MUNICIPIO DE ELOTA, SINALOA

LEONCIO NEVAREZ
MAYO DE 1994

TESIS
PROFESIONAL

LAMINA Nº 19

Se considera que la veta del nivel principal hacia abajo y al poniente, no se encuentra explotada por lo que se recomienda terminar de desarrollar el tiro principal, iniciado por los antiguos mineros aparentemente sin llegar a concluir la obra. Aquí se cubica un bloque estimado en 45 m. de profundidad, 100 m. de longitud, 1.5 m. de espesor y 2.5 gr/cm³ de densidad, lo cual nos resulta un total de 16,875 toneladas de reserva mineral posible.

IV. 3.- MINA CAMPANILLAS

Esta mina se localiza al norte del área, a 460 m.s.n.m., al margen derecho del arroyo del mismo nombre, al sur de la rancharía de Campanillas. Es una de las minas de mayor importancia, junto con la mina de Zamora. El acceso a la mina es entrando por el camino de terracería que se desprende de la carretera que conduce a Cosalá; a la altura de la rancharía de Ibonía, desplazándose al poniente unos 14 km. pasando por las rancharías de Rincón de Ibonía y Campanillas (abandonado).

3. A).- ROCA ENCAJONANTE Y ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

La roca encajonante del área Campanillas está representada por una brecha tobácea de color gris oscuro a verde, constituida por fragmentos angulosos y subangulosos de andesitas, no mayores de 10 cm. de diámetro. La matriz al microscopio se observa constituida por ceniza volcánica y vidrio desvitrificado. Esta roca es correlacionable con la unidad de brechas tobáceas del Mineral Zamora y de la mina La Franca, (Bustamante, 1977).

Sobreyaciendo a esta unidad se presenta una serie de rocas volcanoclásticas, conteniendo por fragmentos de diferentes tipos de rocas volcánicas e hipabisales.

Las unidades antes descritas se ven afectadas por diques andesíticos y cuarzolíticos de espesores variables, desde 1 a 3 m, con rumbos variables de NE a NW. Coronando las partes más altas se encuentra una serie de tobas y derrames riolíticos, de color gris claro y rojizo que rodean el área hacia su parte norte.

La mineralización de valores económicos se presenta en 2 vetas; Una llamada veta "A" desplazada persistentemente por el sistema de fallas que acompañan a la veta "B".

3. B).- FORMA Y DIMENSIONES

La veta "A" tiene un rumbo general de NE75°SW, con echado variable de 52° a 71° al SE, con un espesor de 1.20 a 2 m. y una longitud de 165 m. conocida dentro de la mina en el nivel de acceso. Esta veta "A" es la considerada de mayor interés y se encuentra desplazada por la veta falla "B" que se comporta como una falla de desplazamiento izquierdo presentando un salto de unos 10 m. seccionando una tercera parte del extremo NE de la veta. Continuando al extremo NE de la estructura, la veta se pierde debido a otro desplazamiento por falla, dando lugar a una zona de intenso fracturamiento sellado por cuarzo. Hacia el extremo SW la veta se pliega ligeramente hasta tomar un rumbo de N10°E para estrangularse por una falla que desplaza a la estructura y la pone en contacto con un dique andesítico.

La veta "B" se presenta con un rumbo más o menos homogéneo de N12°E y echado de 53° a 61° al SE, con un espesor de 0.40 a 2 m. y una longitud de 70 m. conocidos dentro de la mina.

3. C).- MINERALOGIA Y ALTERACIONES

La veta "A" está constituida por cuarzo de color gris claro con moteados oscuros que manifiestan la presencia de sulfuros de plata y chispas de oro libre, megascópicamente sólo se alcanza a detectar escasa pirita diseminada y ocasionalmente se observa galena variedad punta de aguja.

La veta "B" es una brecha de falla formada por fragmentos de rocas volcanoclásticas cementados por cuarzo, con escasa pirita diseminada.

3. D).- OBRAS MINERAS Y MUESTREO

Esta mina presenta abundante desarrollo minero observado sobre todo en el nivel principal, pues los subniveles se encuentran inundado e inaccesibles, se infiere que existen por lo menos 3 niveles por lo retirado que se encuentra el tiro de extracción de la veta principal. (Lám. No. 20).

El crucero de entrada principal presenta un rumbo de SE 33° y se mantiene totalmente recto hasta 130 m. donde su ubica el tiro inundado, que fué el de extracción principal de los niveles inferiores. De aquí el crucero continúa más angosto (de 1.5 m.), siguiendo una



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA

BIBLIOTECA
DE CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES

Biblioteca Depto.
de Geología

estructura mineralizada de rumbo SE 60°. No se comprobó el tope del crucero debido a la falta de oxígeno.

Este crucero a los 50 m. corta la veta principal y de aquí hasta la salida es sumamente amplio; de unos 4X4 m., suficiente para dar cabida a un vehículo de volteo. De aquí continúa el crucero con una sección de 2.5X2.5 m. y a los 60 m. corta una estructura mineralizada con intenso brechamiento de rumbo NW 35° SE, con una obra diagonal inaccesible por presentar un pozo a la entrada. A los 78 m. se presenta una última veta de rumbo NE 30° SW.

En este nivel de entrada la obra se desarrolla principalmente sobre la veta principal con frente al N 80°E y otra al S 80°W. Al NE la frente se desarrolla ampliamente con sección de 4X4 m., a unos 20 m. pasa luego a reducirse a una sección de 2.5X2.5 m. que es la que predomina en toda la obra; sigue a la estructura de los 20 a los 50 m. de manera sinuosa debido a la variación del rumbo que presenta la estructura, en esta parte la obra es muy inestable por lo que se desarrolló un desvío de la obra a contracañón. En el tramo de los 50 a los 90 m. aproximadamente, la obra continúa sobre la estructura, presentándose 3 pozos sobre la veta y un crucerito de más de 10 m. dirigido al SE 30° para explorar una zona de stockwork.

De los 90 a los 150 m. la obra sigue a la estructura con un rumbo casi E-W. En esta parte se desarrolló una obra de exploración sin un rumbo definido que parte casi al norte y regresa por el sur a la obra principal, en el tope de esta obra se desarrolló un contrapozo que corta probablemente la veta principal. Como a la mitad de éste tramo se presentan 3 contrapozos que se infiere comunican a superficie con un tiro. De aquí mismo del centro de este tramo, se desprende un crucero de exploración con un rumbo general de S40°E y sólo sigue algunos hilos mineralizados.

En el tramo siguiente, de los 150 a los 190 m. se llega al fondo de la obra, a los 15 m. existe un contrapozo y al continuar la estructura se cierra totalmente, por lo que se desarrolló un crucero hacia el SE de unos 30 metros y 3 cruceros ramificados hacia el NW que exploran otros 30 m.

La frente hacia el SW presenta una sección de 4X4 metros, en los primeros 30 m. en este mismo tramo ha sido explotado un clavo importante, manifestado por el gran minado con pilares que comunica a superficie mediante un tiro.

De los 30 a los 55 m. la obra se reduce a la sección normal de 2.5X2.5 m. y toma una ligera variación de dirección a un rumbo de S 40° W. En todo este tramo se explotó otro clavo hasta la superficie.

De los 55 a los 85 m., la estructura sigue variando de dirección, por lo que la obra toma un rumbo de S 20° W, en el tope de este tramo se presenta una falla de rumbo NE 15° SW con echado de 60° al SE, la cual estrangula a la veta y probablemente la desplaza hacia el sur. Al iniciar este tramo se bifurcó la obra con un crucero casi paralelo (a contracañón) de unos 20 m., realizado sobre una zona estéril.

Esta falla antes mencionada de rumbo NE 15° SW que estrangula a la veta, la pone en contacto con un dique andesítico de unos 6 m. de espesor y un rumbo de NW 15° SE. De aquí la obra se bifurca en zona estéril; 20 metros hacia S50°W y 10 m. al N65°W, siendo este el tope de la obra.

MUESTREO.- Sólo se realizó muestreo de orientación, tomado de los lugares accesibles, por lo que no son definitivos los resultados que aquí se presentan, debido a que no nos sirven para delimitar zonas de clavos, sino sólo para estudiar generalizadamente las características de la mineralización. A continuación se exponen los resultados del muestreo y su ubicación de en la Lám No. 20.

MUESTRA NUMERO	ESPESOR (METROS)	ORO (GR/TON)	PLATA (GR/TON)
CAM- 1	0.40	0.20	34.20
CAM- 2	1.20	0.00	39.50
CAM- 3	1.20	0.00	107.50
CAM- 4	2.00	0.00	32.90
CAM- 5	1.60	0.20	251.50
CAM- 6	2.00	0.80	203.30
CAM- 7	1.20	0.10	3.70
CAM- 8	1.60	2.00	140.00
CAM- 9	1.60	2.00	200.00
CAM- 10	1.60	1.00	300.00

Con estos resultados se deduce que la mineralización de valores económicos se ha presentado en forma de clavos, en su mayoría explotados en la zona de labrados y comidos.

Debido a la gran explotación de esta mina y al limitado muestreo de orientación, no fué posible realizar cálculo de reservas.

**Biblioteca Depto.
de Geología**

IV. 4.- PROSPECTOS DE MENOR IMPORTANCIA ALEDAÑOS AL MINERAL ZAMORA.

En este apartado se agrupan las vetas cercanas al Mineral Zamora, relacionadas de alguna manera, pero que por su falta de evidencias en campo no se le puede determinar una estrecha relación con las vetas principales. Estas vetas se describen con el nombre de los prospectos: pozo Gatuño, pozo Mariposa, pozos Trincón y La Coyota.

Todos estos prospectos, a excepción de La Coyota, se localizan al margen izquierdo del arroyo Zamora y su acceso se logra a pie por veredas que parten de la mina.

La roca encajonante de estas vetas es la misma brecha tobácea de carácter andesítico que funciona como roca huesped del Mineral Zamora, asociada a algunos diques de composición dacítica.

4. A).-POZO GATUÑO

Se localiza a 470 m. al SW de la Mina Zamora, en una cota de 192 m.s.n.m. Este presenta una veta de cuarzo de 1.2 m. de ancho, con un rumbo de NE16°SW y echado de 55° al NW.

Como obra minera sólo presenta un pozo aterrado a los 2m. de profundidad. Se tomó una muestra de orientación con el siguiente resultado: oro 0.9 gr/ton, plata 62.8 gr/ton, cobre 0.0023 % y plomo de 0.0103 %.

4. B).- POZO LA MARIPOSA

Se localiza a 510 m. al SW de la mina Zamora en una cota de 195 m.s.n.m. Presenta una veta de cuarzo de 1.5 m. de ancho, con un rumbo de NE 47°SW y echado de 37° al SE. La mineralización no se llega a observar en la veta. Como obra minera existe un pozo de 5 m. siguiendo el echado de la veta.

Se tomó una muestra de orientación con los siguientes resultados: 0.29 gr/ton de oro, 6.8 gr/ton de plata, 0.0024 % de cobre y 0.0052 % de plomo.

4. C).- POZOS TRINCON

Se localiza a 720 m. al SW de la mina Zamora. La mineralización que se observa, se manifiesta en aglomeraciones en forma de nubes oscuras dentro del cuarzo, en una vetilla de 0.2 a 0.5 m. con un rumbo de NE 35° SW y 45° de echado hacia el SE. Como esta minera presenta dos pozos aterrados a los 3 m, distanciados 50 m. uno del otro. En cada pozo se tomó una muestra de canal en la veta, con los siguientes resultados:

MUESTRA NUMERO	ESPEJOR (METROS)	ORO (GR/TON)	PLATA (GR/TON)	COBRE (%)	PLOMO (%)
TR- 1	0.20	1.40	198.9	0.0072	0.0185
TR- 2	0.50	0.40	9.8	0.0014	0.0033

4. D).- LA COYOTA

Se localiza a 440 m. al norte de la Mina Zamora a una cota de 227 m.s.n.m. La mineralización se presenta sólo en vetillas de cuarzo, de máximo 5 cm. de espesor en un tramo de un metro, con un rumbo general NW - SE.

Se tomaron dos muestras; una en la zona de fracturas y otra del terrero, reportando los siguientes valores:

MUESTRA NUMERO	ESPEJOR (METROS)	ORO (GR/TON)	PLATA (GR/TON)	COBRE (%)	PLOMO (%)
COY- 1	1.00	0.50	14.2	0.0028	0.0047
COY- 2	TERRERO	0.50	20.5	0.0054	0.0102

A los alrededores, pero aun más distanciados de el Mineral Zamora que los prospectos antes descritos, se ubican los prospectos: El Perihuate, Las Aguamitas, Rosa María y Las Juntas.

4. E).- EL PERIHUETE

Se localiza sobre la margen derecha del arroyito El Perihuete, afluente del arroyo Zamora, a 2 km. al NW del Mineral Zamora, en una cota de 180 m.s.n.m. La mineralización consiste en pequeños hilos de cuarzo con minerales de oro y plata, emplazados en la brecha tobácea de composición andesítica. Los hilos mineralizados alcanzan a medir 30 cm. como máximo y tienen un rumbo de NE 65° SW, con echados verticales. Su obra minera consiste en un socavón a rumbo de los hilos con 7 m. de desarrollo y un pozo al fondo de él, con 5 m. de profundidad. No fue posible tomar las muestras directamente de las vetillas; por lo que se tomó de un terrerito apilado, obteniéndose el resultado de 8.4 gr/ton de oro, 231.6 gr/ton de plata, 0.0200 % de cobre y 0.0408 % de plomo.

4. F).- LAS AGUAMITAS

Se localiza sobre la margen izquierda del arroyo las Aguamas Mansas, a 2 km. al NW del Mineral Zamora, ubicado a una cota de 185 m.s.n.m. En este lugar no fue posible medir el rumbo y echado de la estructura, ya que en superficie no se observa y la obra desarrollada se encuentra totalmente aterrada.

Solamente en el terrero se pudieron apreciar los hilos de cuarzo dentro de la brecha tobácea. Una muestra tomada arrojó el siguiente resultado: 0.5 gr/ton de oro, 1.20 gr/ton de plata, 0.0021 % de cobre y 0.0004 % de plomo, la cual no debe considerarse como representativa del prospecto.

4. G).- ROSA MARÍA

Se localiza a 200 m. al sur de la Mina Zamora, sobre la margen derecha del arroyo Zamora, a una cota de 230 m.s.n.m. La mineralización se encuentra en una veta de cuarzo de 50 cm. de espesor con rumbo de NW 10° SE y echado de 82° al NE, emplazada en la brecha tobácea.

Este prospecto no presenta obra minera y sólo se tomó una muestra de orientación, obteniéndose el siguiente resultado:

MUESTRA NUMERO	ESPESOR (METROS)	ORO (GR/TON)	PLATA (GR/TON)	COBRE (%)	PLOMO (%)
ROS- 1	0.50	0.40	4.2	0.0010	0.0007

4. H).- LAS JUNTAS

Se localiza a 800 m. al SSE del Mineral Zamora, sobre el cauce del arroyo de Zamora, a 250 m.s.n.m.

Presenta una veta emplazada con un rumbo NW 20° SE y echado de 34° al SW dentro de una brecha tobácea, presentando 1 m. de espesor.

Como obra minera existe un pozo aterrado al margen del arroyo y un socavón de 4 m. de desarrollo a rumbo de la estructura. En este socavón se tomó una muestra de orientación obteniéndose 0.3 gr/ton de oro, 2.3 gr/ton de plata. 0.0025 % de cobre y 0.0017 % de plomo. Valores muy bajos, razón por la cual no se han desarrollado mayores obras mineras en este lugar.

IV. 5.- PROSPECTOS DE MENOR IMPORTANCIA ALEDAÑOS AL ÁREA DE LAS MINAS LA FRANCA Y CAMPANILLAS

5. A).- EL TRIUNFO

Se localiza a una cota de 420 .s.n.m., a 800 m. al NE de la mina Campanillas y a unos 250 m. al SE de la mina La Franca. Su acceso se logra por el mismo camino que conduce a la mina Campanillas y se desvía a la mina "La Franca" unos 2.5 km. antes de llegar, para de aquí continuar unos 300 m. a pie.

La roca encajonante consiste en una brecha tobacea de fragmentos angulosos y subangulosos, que aflora ampliamente en el área y es cortada por escasos diques andesíticos.

La mineralización se encuentra contenida en una veta de cuarzo con un espesor muy variable, desde 6 hasta 80 cm, con un rumbo de NW15°SE y echado vertical. La longitud conocida en el interior de la mina es de 80 m. Se considera que esta estructura puede tener relación con el curvilineamiento Campanillas.

que el tramo final se realiza a pie. Se recorren aproximadamente 9 km. por esta brecha que parte a Ibonía.

El prospecto se encuentra emplazado dentro de la unidad de brechas tobáceas, mismas que afloran regionalmente. Dentro de la obra se localiza un dique andesítico de 1.2 m. de espesor con un rumbo de NE 5°SW y echado de 64° al SE. La mineralización se

PLANTA

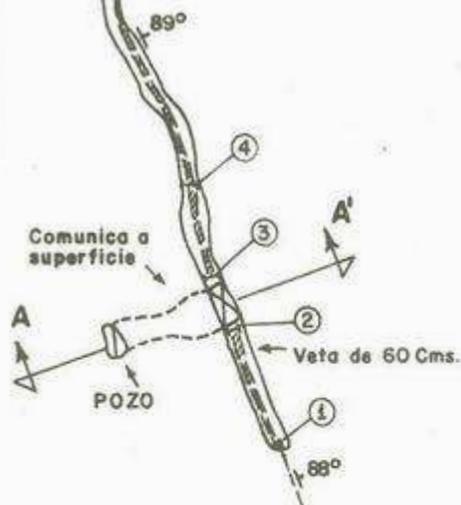


RESULTADOS DE MUESTREO

Nº Muestra	ANCHO (m.)	Au gr/ton	Ag gr/ton
1	0.40	0.1	37.9
2	0.60	0.2	326.3
3	0.60	2.2	463.3
4	0.40	6.4	970.0

EXPLICACION

- BRECHA TOBACEA
- DIQUE ANDESITICO
- veta
- obra minera
- ubicación y número de muestra
- pozo
- contrapozo
- línea de sección
- rumbo y echado



SECCION A - A'



UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PROSPECTO EL TRIUNFO
MUNICIPIO DE ELOTA, SINALOA

LEONCIO NEVAREZ
MAYO DE 1924

TESIS
PROFESIONAL

LAMINA Nº 21

La mineralización se manifiesta en pequeñas nubosidades oscuras incluidas en la veta de cuarzo, por lo que no se observan megascópicamente los sulfuros de plata y teluros de oro. La roca encajonante presenta propilitización, es decir se observan minerales tales como clorita, epidota y pirita.

Existe un socavón de rumbo S15°W con 34 m. de desarrollo Lam.(21). A los 25 m. de éste se presenta otra obra de exploración desarrollada en dos direcciones; al S40°W con 20 m. de desarrollo, la cual corta un dique andesítico de 0.6 m. de espesor, con un rumbo NW10°SE y echado de 70° al NE; y al S70°E en dirección aproximadamente opuesta donde corta una vetilla que sigue un rumbo de S15°E con una frente de 80 m. de cuele, en la cual a los 60 m. existe un contrapozo que comunica a superficie. La vetilla formaliza en un tramo de 50 metros, con 60 cm. de espesor en promedio.

Se realizó un muestreo de orientación, tomando 4 muestras de canal en los lugares donde el espesor es mayor, obteniendo los siguientes resultados del laboratorio.

MUESTRA NUMERO	ESPEJOR (METROS)	ORO (GR/TON)	PLATA (GR/TON)
TRI- 1	0.40	0.1	37.9
TRI- 2	0.80	0.2	328.3
TRI- 3	0.80	2.2	463.0
TRI- 4	0.40	8.4	970.0

Con estos valores se calculó una ley promedio de 2.21 gr/ton de oro y 431.85 gr/ton de plata.

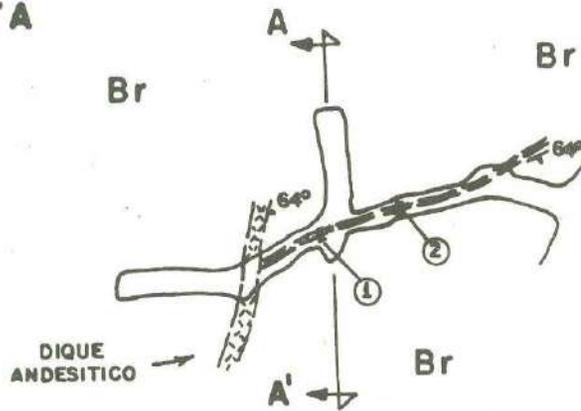
**Biblioteca Depto.
de Geología**

5 . B).- LAS JARILLAS

Se ubica en una cota de 400 m.s.n.m., a 1.2 km. al SE de la mina Campanillas. Su acceso se logra por el mismo camino de la mina Campanillas, desviándose a 1.5 km. adelante del Rincón de Ibonía, por una brecha a la izquierda, que se aproxima a la mina, ya que el tramo final se realiza a pie. Se recorren aproximadamente 9 km. por esta brecha que parte a Ibonía.

El prospecto se encuentra emplazado dentro de la unidad de brechas tobáceas, mismas que afloran regionalmente. Dentro de la obra se localiza un dique andesítico de 1.2 m. de espesor con un rumbo de NE 5°SW y echado de 64° al SE. La mineralización se

PLANTA



RESULTADOS DE MUESTREO

Nº Muestra	ANCHO (m.)	Au	Ag
		gr/ton	
1	1.20	1.40	231.80
2	0.60	0.40	62.70

EXPLICACION

- Br** BRECHA TOBACEA
- DIQUE ANDESITICO
- veta
- obra minera
- numero y ubicación de muestra
- línea de sección
- rumbo y echado

SECCION A - A'



**UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**PROSPECTO LAS JARILLAS
MUNICIPIO DE ELOTA, SINALOA**

LEONCIO NEVAREZ

TESIS
PROFESIONAL

LAMINA Nº 22

observa en una veta de cuarzo, con sulfuros de plata y minerales de oro microscópicos incluidos en el cuarzo. La obra minera consiste de un socavón de rumbo oeste, que a los 5 m. intersecta a la veta y toma un rumbo de S70°W con 20 m. de desarrollo, hasta perder la veta en la intersección con un dique andesítico. A los 15 m. de este tramo se desarrolla un crucero de exploración; 20 metros al norte y 3 metros hacia el sur. (Lám. No. 22). Del fondo de la frente donde se intersecta el dique se continúa la obra hacia el oeste buscando la veta sin lograr encontrarla.

Superficialmente siguiendo la estructura hacia el NE existe una cata y un pequeño socavón de 5 m.

Se tomaron 2 muestras de orientación con los siguientes espesores y resultados:

MUESTRA NUMERO	ESPESOR (METROS)	ORO (GR/TON)	PLATA (GR/TON)
JAR- 1	1.20	1.40	231.50
JAR- 2	0.60	0.40	62.70

5. C).- EL NAZARENO

Se ubica en una cota de 320 m.s.n.m., localizándose a 1.6 km. al SE de la mina Campanillas, y a unos 50 m. al N 40°E del prospecto Las Jarillas.

Su acceso se logra por el mismo camino que conduce al prospecto Las Jarillas antes descrito, sólo que este se localiza en un barranco aledaño.

Como roca encajonante prevalece la unidad de brechas tobáceas de carácter andesítico, que es la misma roca receptiva de la mayoría de los prospectos.

La mineralización se asocia a una veta de cuarzo de rumbo NW67°SE con echado de 70° al NE, con valores de plata y oro.

Como obra minera presenta al margen izquierdo del arroyo Nazareno, un socavón inundado e inaccesible a rumbo de veta y al margen izquierdo existe un pozo inclinado, también inaccesible, que sigue el echado de la estructura, Debido a lo inaccesible de las obras, no fue posible obtener muestras de canal en las vetas, por lo que únicamente se tomó una muestra de orientación del terrero la que reportó 193.3 gr/ton de plata y 0.0 gr/ton de oro.

*Biblioteca Depto.
de Geología*

V MODELO GENÉTICO DE LOS YACIMIENTOS

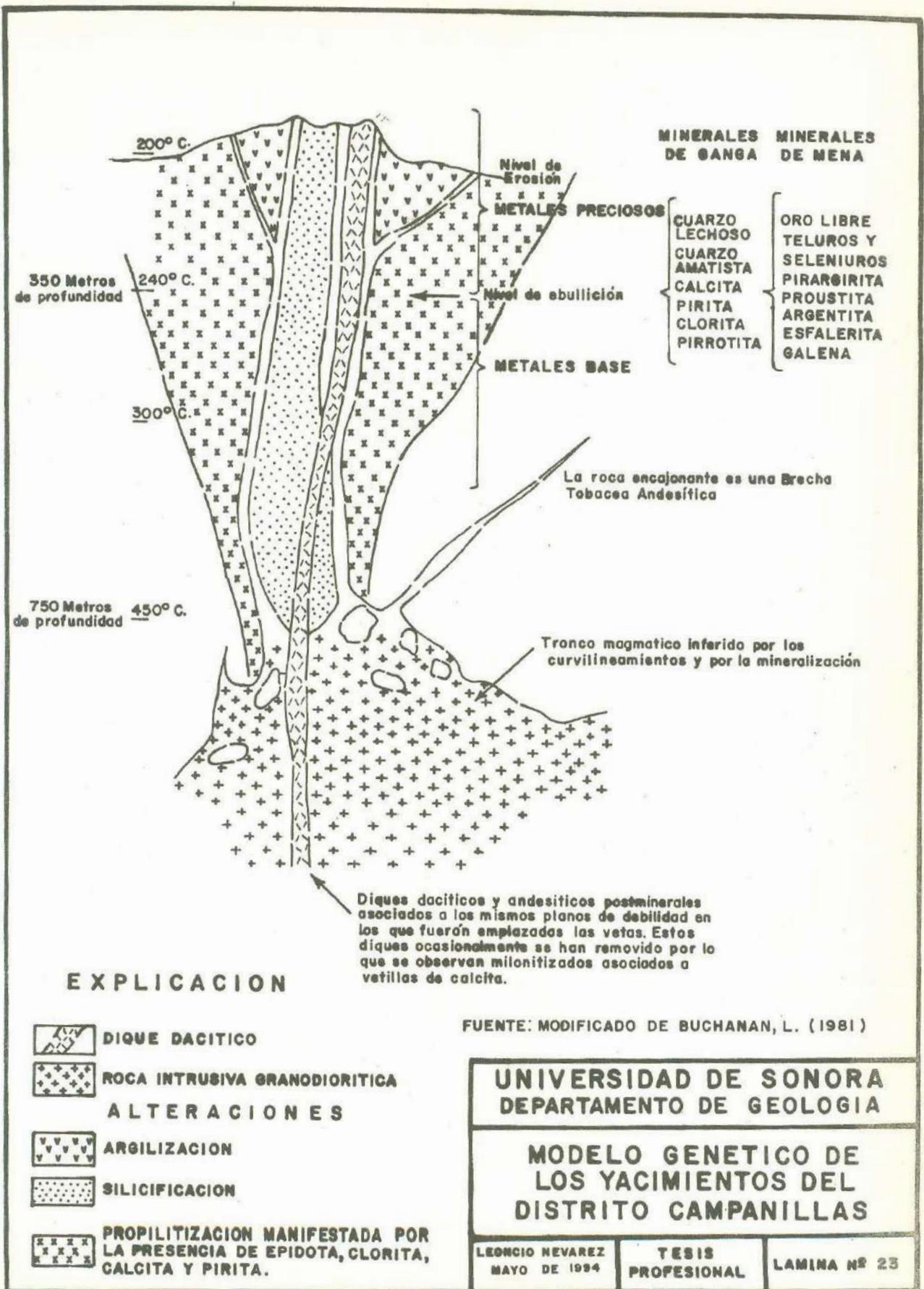
Todos los prospectos visitados en el área corresponden con vetas de distintas orientaciones, originadas por un evento hidrotermal. Los procesos involucrados en su formación son contemporáneos, ya que se ubican siempre en la misma unidad litológica, clasificada en general como una brecha tobácea de carácter andesítico, del Terciario Inferior, (Tiv).

Esta unidad como se puede observar en el perfil geológico de la lámina No. 12, constituye un horst, que lo ubica a un nivel mucho más elevado del que le correspondería estratigráficamente, además este levantamiento se puede apreciar en perfiles trazados en cualquier dirección, lo cual quiere decir que este horst no fue originado únicamente por la distensión que ha sufrido la Sierra Madre Occidental en las últimas etapas de la tectónica de formación de "Cuencas y Valles".

Este levantamiento se ha explicado por medio de la observación de las imágenes de satélite, donde se aprecia el "curvilineamiento de Campanillas" a nivel regional, al que parece estar relacionada la mineralización, y haber sido originado por un cuerpo intrusivo el cual ha vencido la presión litoestática, levantando las rocas más antiguas, que al paso del tiempo han sido descubiertos por la acción del intemperismo de la región.

Los fluidos mineralizantes provienen de este cuerpo magmático que no se observa en superficie, a una profundidad estimada a más de 300 m. Estos fluidos en combinación con las aguas meteóricas en las condiciones de alta temperatura por el calor emanado del mismo tronco magmático y las altas presiones debido al peso hidroestático, donde el nivel hirviente, se da a unos 240°C y a una profundidad estimada de 350 m. y aprovechando las zonas de debilidad por el fracturamiento y permeabilidad de la roca, se ha producido el fenómeno de celdas convectivas a nivel regional que con el paso del tiempo se fueron enriqueciendo y concentrando en los lugares donde la roca encajonante ha sido más favorable, química y físicamente para la cristalización o precipitación de minerales. (Buchanan, L., 1981).

Las estructuras minerales tanto de las minas Campanillas, como las de La Franca y Zamora, se encuentran localizadas en el borde de un curvilineamiento bien definido. En las minas La Franca y Campanillas los echados se observan hacia afuera de dicho lineamiento; por lo que es muy probable que el fracturamiento en el cual se encuentran emplazadas las estructuras sean consecuencia de tal curvilineamiento, mismo que a su vez es el reflejo de un intrusivo en forma cómica que no alcanza a aflorar. En cambio la estructura de Zamora



que se ubica al extremo SE de este gran curvilineamiento, se manifiesta como una estructura secundaria a la intrusión dómica, ya que el rumbo no coincide con éste. (Láms.12 y 13).

Estas estructuras son el resultado de un mismo evento, razón por la que la mineralización en el área es predominantemente argentífera.

En la lámina No.23, se puede observar el modelo de los yacimientos de la región, donde los minerales de ganga consisten en cuarzo lechoso, cuarzo amatista, calcita, pirita, clorita y pirrotita y los minerales de mena consisten en oro libre, telurios y seleniuros de oro y plata, pirargirita, proustita, argentita, esfalerita y galena punta de aguja. Por la asociación de minerales que presentan estos depósitos se clasifican como yacimientos hidrotermales, del tipo mesotermal, correspondiendo a un rango de temperaturas entre 200° y 300°C.

Los diques andesíticos y cuarzolíticos asociados a las estructuras mineralizadas presentan un origen post-mineral por lo que algunos se han emplazado paralelamente a las fallas o estructuras mineralizadas preexistentes.

La alteración más notable y persistente en todas las estructuras mineralizadas es la propilitización, manifestada por la presencia de epidota, clorita calcita y pirita. Observándose también en lugares estratégicos, junto a las vetas argilización y silicificación.

Biblioteca Depto.
de Geología

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El área cuenta con una infraestructura en aceptables condiciones para la explotación y beneficio mineral, ya que cuenta con caminos y una planta de beneficio a escasos 40 Km., en Cosalá, Sin.

Geológicamente el área está constituida por un paquete de rocas que representan a las más antiguas de la localidad, constituido por tobas y brechas de tipo andesítico con silicificación, siendo esta la roca receptiva de todas las estructuras mineralizadas existentes en el área estudiada. Por imágenes de satélite se pudo observar y corroborar en campo un curvilineamiento que condiciona de alguna manera la ubicación de los prospectos y minas existentes.

Por las condiciones geológicas semejantes que prevalecen en este distrito minero, tales como roca encajonante, tipo de alteraciones y mineralización, características observada en cada una de las estructuras de los prospectos visitados, se infiere que los procesos involucrados para su formación fueron los mismos, por lo que se engloban dentro de un mismo modelo genético.

Las minas Campanillas y La Franca, pueden estar controladas por la misma estructura mineralizada, y por lo tanto puede ser una la continuación de la otra, mismas que parecen corresponder al curvilineamiento observado en las imágenes de satélite, presentando un tramo de aproximadamente 700 m. de potencial de la estructura a explorar.

En la mina Zamora existen tres estructuras vetiformes casi paralelas, con un rumbo NE-SW, que son: Zamora, Obatel y Cuarzo Lila; considerándose como de mayor importancia la Zamora, siguiendo por la del Obatel; la de Cuarzo Lila casi no se ha explorado y no cuenta con evidencias de presentar contenidos minerales económicos. Existe una cuarta estructura de rumbo N-S, la cual no se presenta bien definida, pues se observan hilos dispersos en forma de stockwork. La importancia de esta última estructura consiste en que al intersectarse con las vetas Zamora y Obatel forman bolsas ricas en plata y oro.

La intersección de la veta Los Olotes con las de Zamora y Obatel; debido a sus rumbos y echados, producen clavos con una marcada inclinación de casi 45°.

En la mina Zamora se detectaron dos clavos principales: La Camichina, el cual se considera totalmente explotado y Los Olotes en que se ubicaron las siguientes reservas minerales que muestran en la siguiente tabla, con su ley promedio obtenida :

CALCULO DE RESERVAS, MINA ZAMORA:

	TONELADAS CUBICADAS	PLATA (GR/TON)	ORO (GR/TON)
RESERVAS POSITIVAS	1,836	1,479	11.00
RESERVAS PROBABLES	5,148	1,146	8.49
RESERVAS POSIBLES	8,160	1,595	13.73

Se tiene conocimiento que estas reservas han sido parcialmente extraídas, pero no existe información escrita que señale el avance del desarrollo final.

En la mina La Franca se recomienda mayor exploración, tanto al este como al oeste. Como ya mencionamos, hacia el este se sospecha su continuidad hasta la mina Campanillas, por lo que se puede programar zanjeo o varios barrenos cortos. Hacia el oeste se recomienda limpiar y desaguar el tiro que se encuentra en superficie al este del crucero que se interpreta que no llegó a su objetivo programado, que serviría además para extraer el mineral del bloque de reservas posibles cubicado debajo de la obra principal. En superficie también se podría apoyar con barrenación para extender la información más al oeste.

CALCULO DE RESERVAS, MINA LA FRANCA:

	TONELADAS CUBICADAS	PLATA (GR/TON)	ORO (GR/TON)
RESERVAS PROBABLES	7,560	250	1.00
RESERVAS POSIBLES	16,875	242	0.90

La mina Campanillas presenta varios niveles de explotación, en donde existen tres tipos de estructuras mineralizadas de importancia; uno constituido por una veta de rumbo NE-SW que viene a ser la principal (veta "A"), con un ancho de 1 a 2 m., ésta se ve constantemente desplazada por una veta falla (veta "B"), acompañada por un sistema de fallas de orientación NNE. La otra estructura mineralizada la constituyen zonas de stockwork formadas por efectos del intenso tectonismo.

En los lugares accesibles se realizó un muestreo de orientación reportando una ley media de 0.68 gr/ton de oro y 131 gr/ton de plata; de lo que se deduce que la mineralización

se presentó en clavos ricos que han sido extraídos, razón por la que no se alcanzó a muestrear. Las muestras tomadas en zonas de stockwork reportaron leyes de 0.8 gr/ton de oro y 203.3 gr/ton de plata.

En esta mina se recomienda enfocar la exploración a la continuidad de la veta, tanto al este como al oeste, por medio de zanjos y barrenación. La continuidad de la veta hacia el oeste es muy probable que vaya a coincidir con la estructura principal de la mina La Franca.

En el prospecto El Triunfo y dentro de la mina se presenta una vetilla de 80 m. de longitud y cuyo espesor llega a formalizar hasta 80 cm. Se tomaron 4 muestras donde la vetilla alcanzó mayor espesor reportando un valor promedio de 2.21 gr/ton de oro y 431.85 gr/ton de plata. Estos resultados se consideran atractivos, ya que esta obra es sólo de exploración y por lo tanto la estructura se encuentra prácticamente virgen y con muy buenas perspectivas. También cabe la posibilidad de que exista relación con el curvilineamiento de Campanillas-La Franca.

En el prospecto Las Jarillas, la veta se presenta formal y con mineralización atractiva en plata, se recomienda desarrollar obras en niveles inferiores, para conocer su comportamiento.

En el prospecto El Nazareno, las muestras tomadas en terreros reportaron buenos valores, por lo que se recomienda desaguar y limpiar la obra, para conocer sus posibilidades.

Los prospectos La Coyota, pozo Gatuño y Mariposa presentan escasas obras mineras y los resultados del muestro fueron muy bajos, con leyes máximas de 62.8 gr/ton de plata.

El prospecto pozo Trincón presenta sólo dos pozos como obra minera; una muestra tomada en el pozo 1, reportó 1 gr/ton de oro y 198.9 gr/ton de plata, lo que puede indicar un clavo hacia el extremo SW del área y por lo mismo, justificar una exploración mas detallada.

En el prospecto El Perihuate la mineralización consiste en pequeños hilos de cuarzo de máximo 30 cm. Una muestra de terreros reporta 8.4 gr/ton de oro y 231.6 gr/ton de plata, por lo que se recomienda programar obras de exploración.

Los prospectos Las Aguamitas, Rosa Maria y Las Juntas presentan escasas obras mineras y no se obtuvieron buenos valores en el muestreo de orientación.

Todos los yacimientos minerales o prospectos visitados fueron considerados del tipo hidrotermal, dentro del rango de los mesotermiales.

B I B L I O G R A F I A

- Atwater, T. 1970, IMPLICATION OF PLATE TECTONICS FOR THE CENOZOIC TECTONIC EVOLUTION OF WESTERN NORTH AMERICA: Geol. Soc. American Bull, v. 81, p. 3513-3536.
- Bonneau, M. 1970, UNA NUEVA AREA CRETACICA FOSILIFERA EN EL ESTADO DE SINALOA. Bol. Soc. Geol. Mexicana v. 32 No. 2 p. 159-167.
- Buchanan, L. 1981, PRECIOUS METAL DEPOSITS ASSOCIATED WITH ENVIRONMENTS IN THE SOUTH - WEST, AND RELATIONS OF TECTONICS OF ORE DEPOSITS IN THE SOUTHERN CORDILLERA. (In an Introduction to the epithermal gold model).
- Bustamante Y. M., Soberanes F. A., Yañez M. C. y Hernández B. G. 1977, ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DEL AREA CAMPANILLAS, MUNICIPIO DE ELOTA, ESTADO DE SINALOA, C.R.M.
- Clark K. F. 1973, COLUMNA LITOLOGICA Y GEOLOGIA HISTORICA DE SINALOA. (EN RECURSOS MINEROS EN EL ESTADO DE SINALOA, COFORMIN, p. 6).
- Coney P. J. y Reynolds S. J. 1977, CORDILLERAN BENOFF ZONES: Nature, v. 270, p. 403 - 406
- Consejo de Recursos Minerales 1991, MONOGRAFIA GEOLOGICA-MINERA DEL ESTADO DE SINALOA.
- Dewey J. F. 1982, TECTONICA DE LAS PLACAS, (en: El Redescubrimiento de la Tierra. CONACYT, México).
- Dickinson W. R., 1982, TECTONICA DE LAS PLACAS Y CADENAS MONTAÑOSAS. (en: El Redescubrimiento de la Tierra. CONACYT, México).

- Flores M. A., 1982, INFORME SOBRE LOS TRABAJOS DE EXPLORACION DEL DISTRITO ARGENTIFERO DEL MINERAL ZAMORA, MUNICIPIO DE ELOTA, ESTADO DE SINALOA, C.R.M.
- Fredrikson, G., 1974, GEOLOGY OF THE MAZATLAN AREA, SINALOA WESTERN MEXICO, Dissertation University of Texas at Austin.
- García G. J., 1988, INTERPRETACION DE IMAGENES DE SATELITE DEL ESTADO DE SINALOA, C.R.M.
- Duval H. C., 1975, GEOLOGY AND GEOCHRONOLOGY OF THE GRANITIC COMPLEX, SINALOA, MEXICO: Austin, Univ. Texas, dissertation doctoral, P.159
- INEGI, 1981, CLASIFICACION FISIOGRAFICA DE LA REPUBLICA MEXICANA.
- INEGI, 1988, ATLAS NACIONAL DEL MEDIO FISICO.
- Keith S.B., 1978, PALEO-SUBDUCTION GEOMETRICS INFERRED FROM CRETACEOUS AND TERTIARY MAGMATIC PATTERNS IN SOUTHWESTERN NORTH AMERICA: *Geology*, v. 6, p. 516 - 521.
- Lizarraga A. P., 1985, LUZ DE LUNA, libro narrativo.
- Nevarez del C. L., 1989, VISITA DE RECONOCIMIENTO DEL FUNDO MINERO "LA FRANCA", DENTRO DE LA ZONA MINERA DECAMPANILLAS, CERCA DEL RANCHO DE IBONIA, MUNICIPIO DE ELOTA, ESTADO DE SINALOA, C.R.M.
- Raisz, 1959, CLASIFICACION DE LAS PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA.
- S.P.P., 1982, CARTA HIDROLOGICA, AGUAS SUPERFICIALES ESC. 1:1,000,000.
- Sykes L. R., 1968, SEISMOLOGICAL EVIDENCE FOR TRANSFORM FAULTS SEA FLOOR SPREADING AND CONTINENTAL DRIFT. HISTORY OF THE EARTH CRUST. Princeton Univ. Press, p. 120 - 250.

R15. T 784

Weidner F. G., 1882, MAP OF THE STATE OF SINALOA, ME AND RECONNAISSANCES
TOPOGRAPHICAL MINING ENGINEER.